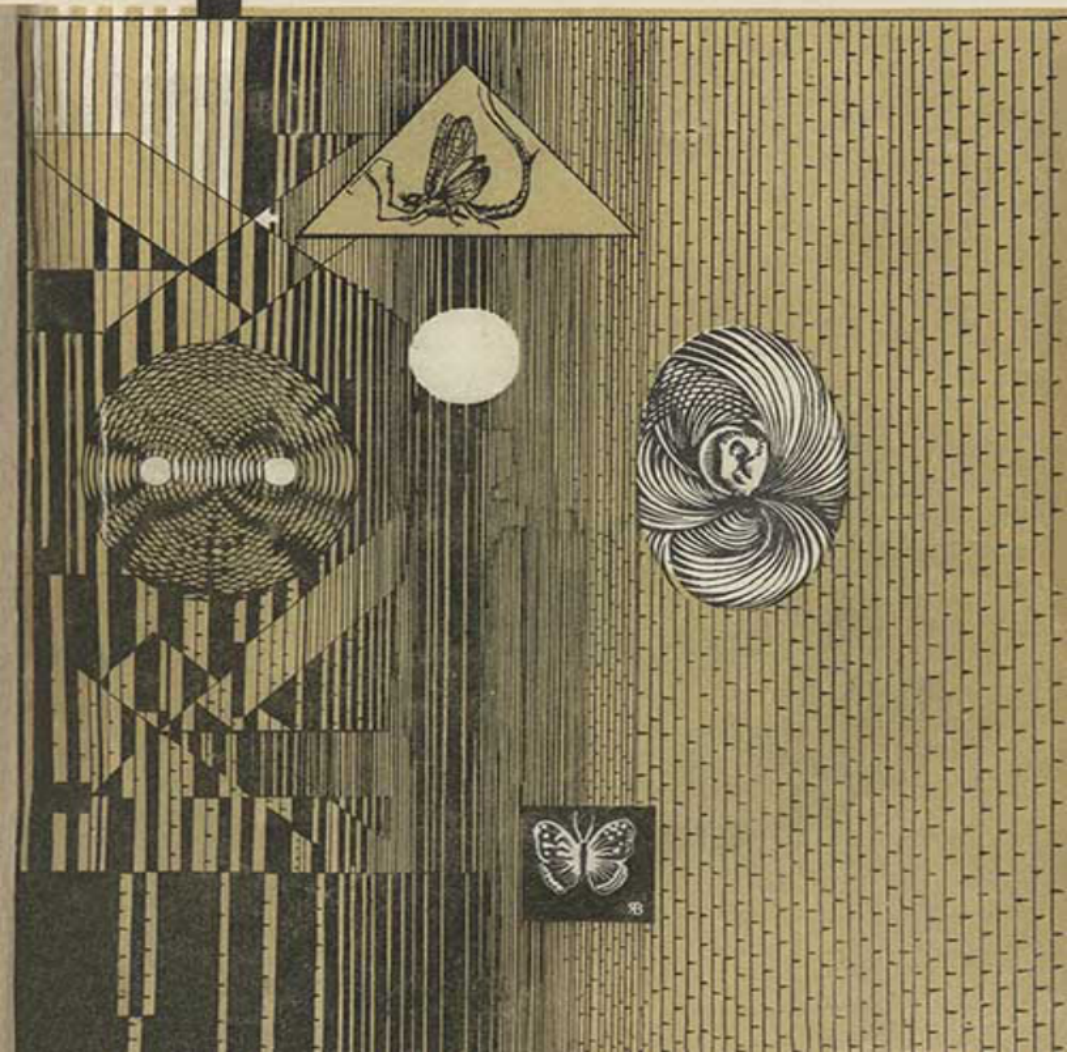
МИРЕ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Л. Дж. Милн
М. Милн

ЧУВСТВА ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА



SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Книга известных американских ученых, супругов Лоруса Дж. Милна и Маргарет Милн, «Чувства животных и человека» — занимательный, а местами и поэтичный рассказ об ощущениях, свойственных живым существам. О сложных проблемах бионики авторы говорят легко и просто, без излишней наукообразности. Мы узнаем из книги, почему пчелы не видят красного цвета, как птицы ориентируются при перелетах, каким образом летучие мыши чувствуют преграды на своем пути и многое, многое другое. При этом Милны все время сравнивают чувства животных с человеческими чувствами, наводят читателя на мысль о том, что живые организмы с их сложной и малоизученной структурой органов чувств представляют большой интерес не только для биологов, но и для физиков, математиков и особенно конструкторов, создающих самоорганизующиеся устройства. Авторы стремятся в то же время не подавить читателя массой сведений, а помочь ему отделить главное от второстепенного, научить его ориентироваться в сложных вопросах, философски осмысливать мир.

Редакция научно-фантастической и научно-популярной литературы.

- Лорус Джонсон Милн
  -
  - Предисловие
  - Чувство восхищения
  - Глава 1
  - Глава 2
  - Глава 3
  - Глава 4
  - Глава 5
  - Глава 6
  - Глава 7
  - Глава 8
  - Глава 9
  - Глава 10
  - Глава 11
  - Глава 12
  - Глава 13
  - Глава 14
  - Глава 15

- Глава 16
- Глава 17
- Глава 18
- Глава 19
- Глава 20
- Глава 21
-
-

- notes
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
  - 11
  - 12
  - 13
  - 14
  - 15
  - 16
  - 17
  - 18
  - 19
  - 20
  - 21
  - 22
  - 23
  - 24
  - 25
  - 26
  - 27
  - 28
  - 29
  - 30
  - 31
  - 32
  - 33

Лорус Джонсон Милн
Маргарет Милн

Чувства животных и человека

Л. Дж. Милн, М. Милн

ЧУВСТВА ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

Перевод с английского
Е. Богомоловой и И. Китросской

Под редакцией и с предисловием
д-ра биол. наук Н. Н. Наумова

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР» МОСКВА 1966

Предисловие

Одним из наиболее сложных в биологии является вопрос о чувствах животных, которые позволяют им ориентироваться в окружающем мире и одновременно обеспечивают общение между особями не только одного, но и разных, подчас далеких друг от друга видов.

Еще в древности рыбаки и особенно охотники знали, насколько сложна жизнь животных, насколько совершенны и в то же время изменчивы их повадки. Видимо, первобытные племена связывали анимизм и тотемизм с очень высокой оценкой, или, точнее, переоценкой нервной (психической) деятельности животных.

Очень много верных и в ряде случаев точных оценок этой деятельности можно найти еще у ученых-философов античных времен. Достаточно вспомнить представления Аристотеля о темпераментах людей и животных, которые много позже научно обосновал и разработал И. П. Павлов в своем учении о типах нервной деятельности.

Истинно научный подход к исследованию чувств и поведения животных и человека стал возможным лишь после возникновения и развития современной нейрофизиологии, владеющей методами объективного изучения сложных процессов нервной деятельности. Уместно напомнить, какой огромный вклад внесли в эту область биологической науки русские и особенно советские ученые, среди которых имена выдающихся исследователей — И. М. Сеченова, И. П. Павлова, Н. Е. Введенского, А. А. Ухтомского, Л. А. Орбели, К. М. Быкова и П. К. Анохина — заслуженно пользуются мировой известностью. За последние десятилетия много ценных сведений и идей внесли в эту область исследования зарубежных этологов[1], в основном изучавших поведение общественных насекомых (К. фон Фриш, Р. Шовен, К. Линдауер), рыб и наземных позвоночных (Лоренц, Тинберген, Торп, Шварцкопф и многие другие).

Возникновение и бурный рост молекулярной биологии с ее методами, позволяющими проникнуть в физико-химическую сущность самых интимных явлений жизни, открыли совершенно новые возможности и перед нейрофизиологией. Тонкие и точные биохимические исследования, с одной стороны, и электрофизиологические методы — с другой, помогают вскрывать молекулярные механизмы, лежащие в основе «чувств» и «ощущений». С необычайной быстротой стали накапливаться новые данные о работе органов чувств (анализаторов) и

центральной нервной системы.

При создании анализирующих, самонастраивающихся и самоорганизующихся инженерных устройств стало возможным все чаще использовать принципы и схемы, лежащие в основе строения и работы биологических систем. Этого властно требовала автоматизация производства в промышленности, на транспорте, развитие реактивной авиации и особенно ракетная техника. Возникла особая область знания — бионика, занимающаяся такого рода проблемами.

Вероятно, сейчас трудно найти читающего человека, который не слыхал бы об этой недавно родившейся отрасли науки, непосредственно связанной с кибернетикой, которая уже получила широкое признание и нашла себе практическое применение. На основных языках мира появилось множество популярных трудов, прямо или косвенно посвященных вопросам биокибернетики и бионики, среди них и книга американских биологов Лоруса и Маргарет Милнов, перевод которой и предлагается советским читателям.

В этой не очень большой по объему книге, заманчиво названной авторами «Чувства животных и человека», затронут широкий круг вопросов. Речь идет о способностях организма воспринимать с помощью органов чувств внешние и внутренние ощущения, получая разнообразную информацию о состоянии внешней и внутренней среды. В очень популярной, весьма занимательной форме, доступной каждому образованному человеку, и в то же время с большой научной достоверностью изложены новые данные и некоторые представления о работе основных рецепторных систем и их значении в жизни человека и животных.

Рассматривая «классические» пять чувств, перечисленные еще Аристотелем, — зрение, слух, обоняние, осязание и вкус, авторы показывают, что в действительности рецепторов гораздо больше. Они информируют нас о том, что происходит не только во внешней среде, но и в каждой части нашего тела.

При чтении глав, посвященных описанию огромного многообразия рецепторов-анализаторов, которые получают, отбирают, перерабатывают и накапливают информацию, возникает достаточно отчетливое и образное представление о том, насколько же сложно должен быть устроен центральный нервный аппарат, этот своеобразный координационно-вычислительный центр, ежесекундно получающий огромный и неиссякаемый поток информации. Ее нужно рассортировать, закодировать и отобрать, сопоставить с предыдущей. В результате возникает адекватное отражение окружающего мира и

параллельно ему — состояния самого организма. На этой основе формируются нервные импульсы, поступающие к исполнительным органам, ответственным за регуляцию температуры тела, работу органов пищеварения, органов движения, желез внутренней секреции, настройку самих рецепторов и многое, многое другое. И вся эта невообразимо сложная работа, состоящая из многих тысяч операций в секунду, совершается непрерывно! Можно ли найти что-либо чудеснее, чем наш мозг?

В книге Милнов много внимания уделено умению животных ориентироваться в пространстве. Именно эти способности к локации (ориентации на небольших расстояниях) и навигации (определению пути к цели при дальних странствиях) сейчас особенно привлекают внимание конструкторов, стремящихся использовать методы локации у животных для построения более совершенных навигационных и локационных приборов.

Примеры такого удачного «заимствования» идей у животных хорошо известны, но возможности здесь далеко не исчерпаны. Одну и ту же задачу разные животные (насекомые, рыбы, птицы, млекопитающие) часто решали по-разному. Если бы инженеры знали многочисленные варианты этих решений, то они могли бы выбрать наиболее подходящие для конкретных условий. К сожалению, мы еще плохо разбираемся в навигационных и локационных механизмах животных, а известные нам сведения чаще всего столь неточны и неопределенны, что не могут помочь техникам. Поэтому стоит своевременно привлечь внимание к этим вопросам. Здесь перед биологами огромное поле для творческой деятельности в содружестве с инженерами, физиками и математиками.

Большим интересом, который ученые всего мира проявляют к этим вопросам, объясняется бурный рост сведений, в результате которого отдельные идеи и научные данные довольно быстро устаревают. Это можно видеть и в тексте книги Милнов. В наиболее существенных случаях редактор сделал краткие примечания. Надо, однако, оговориться, что число таких случаев невелико.

Мы надеемся, что книга Л. и М. Милнов позволит широкому кругу читателей, проявляющих интерес к зоопсихологии, нервной деятельности животных, биокибернетике и бионике, ознакомиться с состоянием и последними достижениями в этой области знаний за рубежом.

Н. Наумов

Чувство восхищения

Где бы мы ни были — в городе, в деревне, на пароходе, в поезде или самолете, — всюду нам задавали один и тот же вопрос: «Почему вы посвятили свою жизнь изучению живых существ?» Признаться, нам никогда не нужно было спрашивать себя об этом.

Правда, и многое другое пленяло нас; мы достаточно часто отвлекались, чтобы знать, какое огромное удовлетворение ждет нас повсюду. Однако после каждого увлечения мы обнаруживали, что снова возвращаемся, как в родную обитель, в многообразный мир современных животных и растений, к поразительной истории происхождения человека и животных; возвращаемся к паутине изменчивых связей, объединяющих воедино эти удивительные живые существа. «Где еще, — спрашиваем мы себя, — можно встретить такую тонкую и сложную организацию, обладающую способностью к постоянным изменениям и так настоятельно требующую к себе внимания?» И каждое новое открытие усиливает это чувство восхищения.

Мы полагаем, что у поэта и ученого больше общего, чем они думают. Чувство восхищения приходит к ним обоим. Видимо, это чувство и имела в виду поэтесса Эдит Ситвел, когда писала, что каждый хороший поэт «подобно Моисею, видит Бога в горящем кусте, тогда как прищуренный или близорукий глаз обычного человека видит лишь садовника, сжигающего листья». Чувство восхищения как бы овладевает самой сокровенной частью человеческого существа, растворяется в нем, и человек уже по-другому смотрит на мир: этот мир оказывается более прекрасным, более значительным. Соблазн познать неизвестное становится таким непреодолимым, что устоять перед ним уже невозможно.

Не является ли эта способность человека удивляться и восхищаться одной из немногих черт, отличающих его от животных? Пусть же новые открытия в науке лишь усиливают чувство восхищения, испытанное нами в детстве, но не отвлекают нас, если только речь не идет о колоссальных открытиях; пусть эти новые достижения открывают перед нашим умственным взором горизонты, о которых мы раньше и мечтать не смели. В то же время мы можем приберечь свое чувство восхищения для столкновений с явлениями, которые наука еще не смогла объяснить: симметрией маргаритки или орхидеи, гладкой или бархатистой поверхностью лепестков, благоуханием дикой розы или тысячелистника, стремительным полетом стрекозы или

колибри, мерцающими сигналами светлячков в темноте, веселым треском цикады или общественной организацией пчелиного улья.

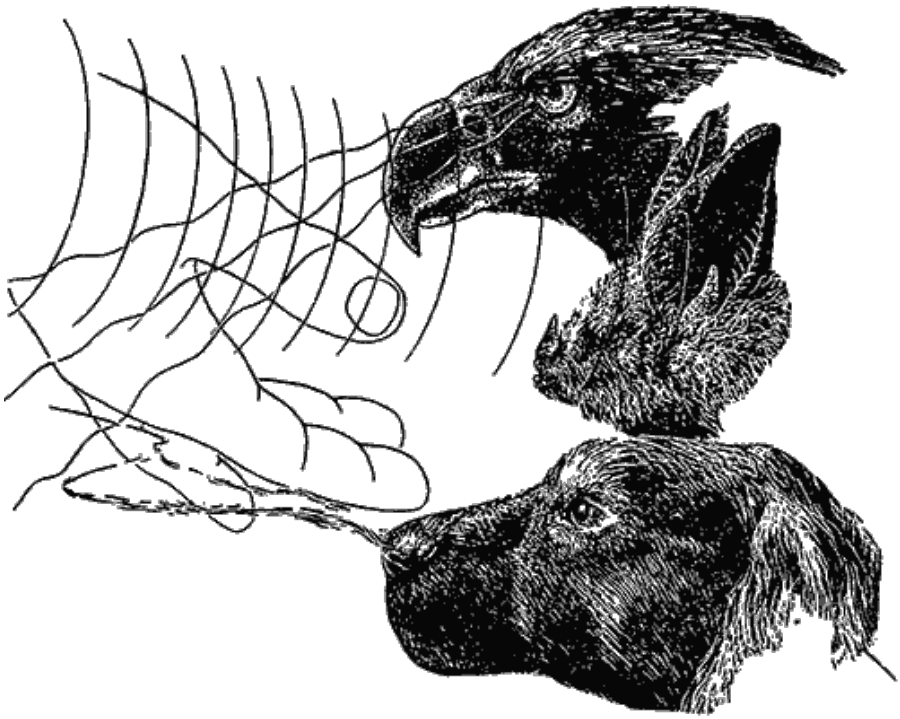
Когда мы размышляем о животном царстве, то самым большим чудом в нем нам представляется адаптивное восприятие окружающего мира, свойственное его обитателям, которое связывает каждого индивидуума с соседями и может превратиться в преднамеренное общение; так создаются условия для возникновения цивилизации. Именно это чувственное восприятие, которым обладают животные, и является самой характерной чертой, отличающей их от растений. Способность животных воспринимать внешний мир представляется нам гораздо более важной, чем способность к передвижению, так как при отсутствии чувств движение чаще всего становится бессмысленным.

Но что мы должны считать чувством? Простое сочетание живой материи и управляющего механизма, будь то одна клетка или определенные части многоклеточного животного. Зрение для светлячков означает больше, чем просто видение при дневном свете. Они могут обмениваться между собой зрительной информацией по ночам, испуская и воспринимая световые сигналы; без этого светлячки были бы совершенно слепы. Вибрации для пчел — нечто большее, чем просто изменения давления или какое-либо добавочное осязание. Эти чувства стали частью выработанного эволюцией эквивалента языка. Затрачивая энергию, животные способны обогатить свое восприятие мира, расширить круг основных чувств. Это относится и к людям.

Вот уже много лет радуемся мы малейшим проявлениям осведомленности человека и животных об окружающем их мире, острому восприятию жизни, что доказывает, насколько широк спектр ощущений. Мы благодарим Хайрама Хейдна, который дал нам возможность поделиться своими радостями с читателем на страницах журнала «Американ сколар»; он прислал нам несколько теплых писем, убедив нарисовать более широкую картину и издать эту книгу. Когда мы писали эти главы, одну за другой, мы как бы снова переживали многие встречи с животными четырех континентов. Этим удивительным чувством восхищения нам и хотелось поделиться с читателем и заразить им его.

Л. Дж. Милн и М. Милн
Дурхэм, Нью Хэмпшир

Глава 1
«Пять чувств» и еще несколько



Мы познаем мир с помощью многих чувств, а не только слуха, зрения, обоняния и — при непосредственном контакте — осязания и вкуса. Аристотель выделил эти пять чувств и дал схему, которой следовали более двух тысяч лет. Как и другие ученые до него, Аристотель питал пристрастие к маленьким числам. Пять чувств вписывались в этот магический ряд: одна истина, два пола, три грации, четыре темперамента. Сегодня эта цепочка продолжается. Каждый ирландец назовет вам шесть графств; мы говорим о семи чудесах света, восьми нотах в октаве, девяти жизнях у кошки. Такие числа очень удобны, даже если они слишком упрощают дело.

Осязание кажется нам простым чувством. Оно рассказывает в темноте о наличии камня и об его форме, но не о том, что он холодный. Наша кожа содержит особые нервные окончания, которые информируют мозг о том, получает наше тело тепло или теряет его. Ночью мы отдаем тепло камню, но если перед этим

подержать пальцы в ледяной воде, то камень будет теплее пальцев и тепло сообщится коже, которая передаст нам, что камень, к которому мы прикоснулись, — «теплый». Однако мозг приходит в замешательство, когда кожа теплой руки сообщает ему о том, что камень на ощупь холодный, а кожа другой, охлажденной — что тот же камень теплый. Какой же руке верить?

Кожа извещает нас о том, сух или влажен воздух, просто ли сырая поверхность или она к тому же липкая и скользкая. Так как вода оказывает на палец легкое давление, можно почувствовать, насколько глубоко мы опустили палец в воду, нагретую до температуры нашего тела, независимо от того, надета ли на руку резиновая перчатка, хотя в этом случае вода непосредственно не соприкасается с кожей. Многие животные, кожа которых обладает высокой чувствительностью, по-видимому, способны таким путем узнать еще больше об окружающем их мире. Часто они познают его, даже не прибегая к пяти чувствам, о которых знал еще Аристотель.

Первое чувство, которое было измерено учеными количественно, не входило в знаменитую пятерку. Сто лет назад Эрнст Вебер проверил на себе, а потом на других испытуемых способность человека определить более тяжелый из двух предметов, которые он держит в правой и левой руке. Он установил, что эта чувствительность относительна, а не абсолютна.

Большинство людей могло определить, что предмет весом в 82 грамма тяжелее предмета весом в 80 граммов, что 4,1 фунта больше четырех фунтов или что 41 фунт больше сорока. Любую меньшую разницу в весе ощутить было невозможно. Для всех органов чувств, исследованных со времен Вебера, эта едва различимая разница выражается в таких же соотношениях. Разница приблизительно в 2 % — наименьшее, что может воспринять наша нервная система. Это мера нашего чувства контраста.

Иногда, говоря о своем настроении, мы употребляем выражение «to be under the weather»[2], и не сознавая, что это может быть так на самом деле. В Европе недавно обнаружили, что при перемене погоды, когда барометр падал и показывал приближение грозы, снижался тонус умственной активности рабочих и увеличивалось количество ошибок и число несчастных случаев. До сих пор еще никто не установил, где именно в человеческом организме «обитает» это чувство погоды. Может быть, и прав человек, который утверждает, что умеет предсказывать дождливую погоду по боли в ампутированной ноге.

Во внутреннем ухе находятся органы равновесия, которые не имеют никакого отношения к слуху и никак не связаны с обонянием, зрением, осязанием и вкусом. Однако когда наше тело находится в необычном положении или совершает непривычные движения, эти органы возбуждаются, и таким образом возникает ощущение тошноты и головокружения в самолете, морская болезнь, плохое самочувствие в машине; причем все эти неприятности усиливаются зрительными и обонятельными раздражителями. И даже самый тренированный и волевой человек не может переносить длительного возбуждения органов равновесия. Никто не способен проявлять иммунитет к «транспортной» болезни, если подвергнуть раздражению механизмы внутреннего уха. Поэтому-то будущие космонавты и должны ежедневно тренироваться, чтобы научиться управлять положением своего тела в состоянии невесомости во время космических полетов.

По-видимому, некоторые люди и почти все животные обладают чувством направления, никак не связанным с обычными ощущениями. Женщины часто относят это к проявлению своей исключительной женской интуиции. А может быть, и каждый обладает такими способностями. Однако большинство из нас приходит в полнейшее замешательство при любой попытке получить компасную информацию из неосознанного источника. Мало кто может управлять мышцами, которые двигают нашими ушами, хотя это вовсе не значит, что не существует соответствующих мышц или нервных связей с ними. Только тогда, когда животное не может при ориентировке использовать привычные сигналы, его мозг прибегает к помощи этих таинственных чувств, которые все-таки лучше, чем ничего.

Много лет назад ученые нашли очень простой способ продемонстрировать одно из таких таинственных чувств на обычной лягушке. Если поместить здоровую лягушку в наблюдательную камеру длиной и шириной примерно 60 сантиметров и пропускать свет только с одной стороны, лягушка повернет голову к окошку, а возможно, и прыгнет к нему. Если это окошко закрыть, а на противоположной стороне открыть, лягушка повернется и снова может прыгнуть к источнику лучистой энергии. «Еще бы, — скажем мы, — лягушка видит свет. Ведь у нее же большие глаза».

Чтобы реагировать таким образом, лягушке вовсе не нужны ни глаза, ни большая часть мозга. Любой может сделать легкую хирургическую операцию — удалить ей эти органы. В отличие от человека лягушка проживет несколько недель после операции, хотя есть не сможет, а дышать будет только через влажную кожу.

Когда такую лягушку помещают в экспериментальную камеру, в которую свет проникает только с одной стороны, животное поворачивает голову к открытому окошечку, даже если стеклянный экран будет препятствовать потоку воздуха, входящему в камеру вместе со светом. Лягушка снова может прыгнуть или поползти по направлению к этому раздражителю. Если окошечко закрыть, а открыть другое, расположенное на противоположной стенке, лягушка уловит эту перемену и повернется кругом. Вся ее кожа чувствительна к свету. А может ли слепой человек подобным же образом использовать свою кожу? По-видимому, может, и это оказалось бы намного полезнее, чем научиться двигать ушами.

Сейчас, как никогда раньше, зоолог и инженер работают плечом к плечу; они вместе исследуют животный мир, чтобы использовать полученные данные для нужд человека. Можно сказать, что в своих исследованиях они как бы спускаются на несколько ступеней вниз по эволюционной лестнице животного царства, пытаясь извлечь пользу из опыта, накопленного всеми другими представителями животного мира. Фактически все современные животные имеют примерно такую же длинную родословную, как и человек. Вероятно, в течение миллиарда лет эти многочисленные родословные линии расходились. Естественный отбор постоянно направлял наследственную изменчивость каждого вида по пути адаптации. Именно поэтому многие исходные типы животных избежали вымирания, несмотря на изменения в окружающей среде. Наблюдаемые нами сегодня приспособления, накопленные тысячами поколений, отражают, как в зеркале, длинную историю успешной борьбы за существование животных каждой отдельной родословной линии.

Новые исследования помогают ответить и на другой вопрос, по поводу которого в течение многих лет ученые не могли прийти к единому мнению. Имеют ли животные чувства, которых нет у человека, или чувства животных отличаются от наших только степенью своего развития? Если существуют такие чувства, которые есть у животных, но которых нет у людей, то человек сможет путем технических имитаций расширить свой сенсорный мир и в этих направлениях. Все, что мы выиграем от подобных имитационных устройств, можно будет считать успехом, который поможет расширить сферу наших основных внешних чувств и еще больше увеличить поток информации, направляющейся в мозг человека.

Наши знаменитые пять чувств так поглощают нас, что мы невольно не замечаем других путей, передающих информацию мозгу. Работа нашей центральной нервной системы

исключительно эффективна. Головной и спинной мозг четко и слаженно управляют бесчисленными органами чувств, регулирующими внутренние процессы организма, «прислушиваясь» почти к каждому органу, причем все это происходит без участия нашего сознания. Находящиеся в самом мозгу чувствительные центры реагируют на малейшие изменения температуры крови, превращая организм в настоящий термостат, который поддерживает температуру на одном и том же уровне. Эти рецепторы посылают центральной нервной системе кодированные сигналы, которые обеспечивают автоматические изменения скорости теплопродукции и теплоотдачи. Другие центры мозга следят за содержанием углекислого газа в крови и соответственно регулируют наши дыхательные движения. Чувствительные нервные окончания, расположенные в стенках пищеварительного тракта, в сердце и кровеносных сосудах, представляют собой механизмы, без участия сознания контролирующие передвижение пищи в процессе пищеварения, а также движение крови, переносящей свой удивительный груз: продукты питания, продукты распада, гормоны, участвующие в дыхании газы и агенты, защищающие нас от болезней.

То, что мы ощущаем себя постоянными обладателями пяти чувств, само по себе замечательно. Деятельность огромного большинства животных почти полностью основывается на автоматических реакциях: на рефлексах и инстинктах. Они в свою очередь зависят от нервных путей, связывающих мышцы и железы с глазами и ушами, органами вкуса и обоняния, а также с поверхностями, чувствительными к прикосновению. Стоит кошке услышать собачий лай, даже записанный на пленку, как она обязательно прореагирует на него. Если собаки не видно, кошка может не сдвинуться с места. Однако подушечки ее лап становятся потными и достаточно влажными, чтобы замкнуть электрическую цепь, когда кошку ставят на площадку в специальном станке, предназначенном для психологических тестов, — и тут звенит звонок! Для кошки этот звонок ничего не означает, экспериментатору же он показывает, что на лай невидимой собаки кошка отвечает автоматической реакцией.

Почешите бок собаки, и вы увидите, что она поднимет заднюю лапу, как бы помогая вам. Потрите затылок попугая в том месте, где прикрепляется нижняя челюсть, и птица начнет непроизвольно зевать. Если бы человек был первым существом, которое увидел вылупившийся из яйца утенок, то у этого птенца навсегда «запечатлелся» бы его образ, и он был бы убежден, что является не утенком, а человеком.

Один из наших попугаев *budgerigars* оставался совершенно

равнодушным к своим собратьям. Он не хотел ни летать с ними, ни вообще находиться поблизости от них. Но с любым другом-человеком он охотно чесался носами; при этом у попугая на головке распушались перья, подобно зеленым сережкам, и от волнения сужались зрачки. Ему гораздо больше нравилось слизывать с ложки молоко, чем клевать зерно. И мы не могли съесть в его присутствии яблока, не дав и ему кусочка, иначе он начинал выделывать в клетке свои акробатические номера и обрушивал на нас целый каскад болтовни, стараясь привлечь внимание. А если попугая выпускали из клетки, он целый день просиживал у нас на плечах!

Некоторые из наших собственных реакций не всегда являются необходимыми. Как часто мы сдерживаем себя, чтобы не пригнуться, когда тоненькие кончики нижних веток готовы ударить по ветровому стеклу автомобиля, проезжающего под деревом. Мы можем заставить себя сидеть прямо, но не можем не моргнуть в момент прикосновения ветки к стеклу. Или, например, в больнице мы сидим на столе, свесив ноги, и видим, что врач собирается слегка ударить по коленной чашечке резиновым молоточком. Наша нога непроизвольно подпрыгивает. Мы знаем, что сейчас последует удар, и рефлекс ни для кого, кроме врача, не имеет смысла. Нервная система обеспечивает пути, благодаря которым этот раздражитель приводит к быстрой реакции.

Внешними проявлениями мы отвечаем также на внутренние сигналы гормонов и позывы голода. Чем голодней крыса, тем быстрее бегает она в барабане; точно так же слушающая лекцию аудитория начинает непроизвольно шаркать ногами и ерзать, по мере того как приближается время еды.

Все животные обычно окружены морем стимулов, к которым они чувствительны. Однако большинство живых организмов реагирует только на те из них, которые непосредственно связаны с ощущениями, одновременно возникающими в организме. Голод, жажда, готовность к спариванию или какое-либо другое внутреннее влечение могут побудить животное к передвижениям. Эти движения будут бессмысленными, пока какой-нибудь внешний стимул не задаст им направления. Такими стимулами могут быть и сочная зелень травы для голодного скитальца, и блестящая поверхность пруда, и сверкающая капля росы, и появление самки. Все они активизируют и вводят в действие определенные силы организма, при помощи которых реализуются внутренние влечения; эти силы указывают направление действия и приносят желаемые результаты.

Слишком редко, однако, хватает у нас терпения проследить до конца, до полного завершения, за всеми ухищрениями птицы

или насекомого при ухаживании в брачный период. Мы прекращаем наши наблюдения, тогда как полный энтузиазма самец трудится вовсю, потому что самка, за которой он ухаживает, продолжает спокойно есть или охорашиваться, не обращая на него никакого внимания. Ухаживания самца ничего не значат для нее до тех пор, пока в ней не созреют силы, направленные на воспроизведение потомства. И только тогда, но не раньше призывные сигналы самца достигнут цели.

Искусные ухищрения самца могут и не вызвать никаких внешних проявлений чувств со стороны самки, свидетельствующих о том, что она их заметила. Однако ее нервная система может прореагировать; железы начнут выделять в кровь гормоны, и тем самым косвенно ускорится созревание яиц. Самка голубя отложит яйца, только если услышит воркование своего супруга. Взрослая самка крысы становится готовой к спариванию вскоре после того, как ее поместят в клетку, от стен и потолка которой исходит возбуждающий запах самцов, ранее находившихся в клетке.

Когда яйца самки созрели, мозг ее получает новые сигналы от органов размножения. До тех пор пока этого не случится, самка вряд ли ответит самцу. Она может даже оттолкнуть его, как бы раздраженная настойчивыми ухаживаниями. Именно это парадоксальное поведение вызвало к жизни такое определение женского рода, как «противоречивый» пол!

Время года также служит стимулом, на который невозможно получить немедленный внешний ответ. Мы говорим, что весна — это такое время, когда «мечты молодого человека легко (и почти непроизвольно) устремляются к противоположному полу». Специалисты по питанию приписывают частые июньские свадьбы витаминной недостаточности, которая развивается в зимние месяцы, когда свежие фрукты и овощи встречаются гораздо реже, чем летом и осенью. Однако теперь такая гипотеза подвергается сомнению. Ведь при этом остается непонятным, почему существуют сезонные различия на пастбище, где бок о бок пасутся дорсетские и шропшайрские овцы. Дорсетские овцы «выбрали» для спаривания весну, летом же они совершенно утрачивают свои любовные интересы. Шропшайрские овцы спариваются осенью, тогда же, когда олени и лоси. Пастухи полагаются на это различие во времени спаривания и, не опасаясь гибридизации, пасут оба стада вместе на одном пастбище, где овцы питаются одной и той же пищей.

Всякий раз, когда лето оказывается необычайно холодным и дождливым, дорсетские овцы, кажется, и не замечают, что весна уже прошла. С другой стороны, шропшайрских овец вводят в

заблуждение ранние сумерки, серые утра и холодные ночи. Они начинают спариваться преждевременно, в июле вместо сентября. Так появляются гибриды; причем обе породы приносят потомство зимой и путают все расчеты овцеводов.

Дорсетские овцы готовят себя к материнству, когда дни стоят длинные, а ночи короткие, то есть весной. Шропшайрские реагируют на другое соотношение — укороченные дни и удлиненные ночи в период холодной осенней погоды. В обычные годы овцы настолько точно придерживаются расписания спаривания, что это нельзя считать просто плодом фантазии. Реакцию человека на весну сегодня можно гораздо более убедительно объяснить соотношением длительности дня и ночи, чем изменениями в пище. Нет оснований отрицать, что человек тоже чувствует постепенное изменение длительности ночи, столь характерное для разных времен года в средних широтах.

Наблюдая за другими представителями животного царства, мы начинаем понимать, что у человека есть огромный запас неиспользованных возможностей. Сосредоточивая свое внимание лишь на самой «выразительной» пятерке чувств, мы совершенно забываем о многих других. В то же время сравнение человека и животных неизбежно приводит к мысли об ограниченности каждого из этих чувств. Часть спектра, которую различающий цвета человек опознает как красную, не существует для сов и пчел. Однако пчела или бабочка могут увидеть на многих распустившихся цветах гораздо больше нас, потому что ультрафиолетовые лучи, которых мы не видим, представляют собой часть спектра, стимулирующую насекомых; по крайней мере пчела воспринимает их как отдельный цвет.

Значимость того или иного чувства для разных видов животных должна влиять на восприятие ими окружающей действительности. Так, мир собаки полон волнующих запахов, летучей мыши — значимых эхосигналов, ястреба — мозаики тонких, едва заметных деталей, по которым он способен различить движения мыши или кузнечика. Понять наших соседей — животных — почти невозможно, пока мы не познакомимся со всеми этими различиями.

Не все чувства помогают нам в равной степени. Несмотря на то что прикосновение любимого приносит настоящую радость, а приятный запах и вкус вызывают наслаждение, мы редко полагаемся на эти каналы контактной и химической чувствительности. Особенно значительны два чувства, что хорошо видно на знаменитом трио маленьких обезьянок, высеченных из слоновой кости и установленных на гробнице в Никко. Они совершенно невосприимчивы к прикосновениям, вкусовым

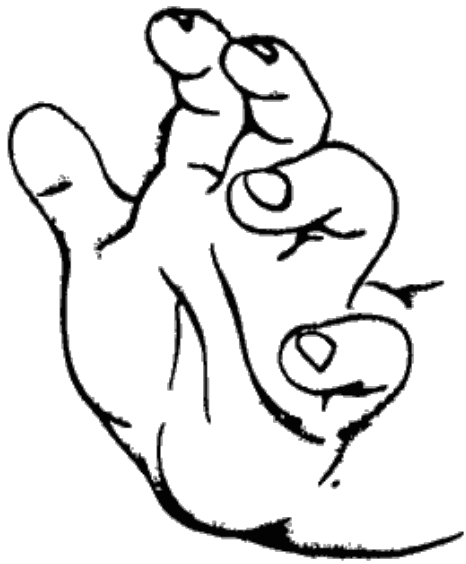
раздражителям или запахам. Их настороженные позы вызваны только светом и звуками, действующими на те органы чувств, которые мы считаем самыми необходимыми для общения, навигации и дистанционного распознавания различных предметов.

Мы можем до некоторой степени воспитывать наши чувства, заставляя мозг напрягаться и сосредоточиваться, так как сигналы, которые он получает от органов чувств, сами по себе еще не приводят к пониманию мира. Лишь когда мозг сравнивает полученный сенсорный сигнал с прошлым опытом, наследованным или приобретенным, возникает что-то значимое. Именно так мы можем обострить наше восприятие жизни и умножить наслаждение ею.

Однако жизненный опыт не расширяет границы ощущений. Наши органы чувств всегда остаются лишь узкими оконцами, через которые мозг смотрит на мир. Чтобы выйти за эти пределы, нужно вооружить органы чувств специальными устройствами, с помощью которых мы сможем использовать свои врожденные способности при исследовании окружающего мира. Изобретение таких приборов стало важной задачей. С их помощью мы стремимся открыть явления окружающего мира, которые нам еще нужно познать, измерить и использовать.

За сотни лет до нас были изобретены бинокль и телескоп, с помощью которых мы сумели увидеть далекие предметы и обнаружить массу мельчайших деталей, ранее недоступных человеческому глазу. С изобретением микроскопы мы сначала проникли в миниатюрный мир, населенный невообразимыми живыми существами и бактериями, а затем — в царство гигантских молекул. За последние десятилетия границы зрения и слуха необычайно расширились благодаря применению радио, волны которого, подобно световым, свободно путешествуют за пределами земной атмосферы по необозримым просторам Вселенной. Сегодня мы уже не чувствуем себя так крепко привязанными к нашим врожденным чувствам, поскольку огромные достижения науки за последние пять поколений расширили наши горизонты. Чем лучше мы используем данные нам природой чувства, тем яснее видим, что для человека не существует никаких пределов.

Глава 2
Направляющие прикосновения



У различных птиц, которых приручает человек, будь то некоторые виды домашних попугаев или дикие гаички, прилетающие к нашим кормушкам, мы совершенно ясно наблюдаем две различные реакции — на прикосновение птиц к предмету и на прикосновение предмета к ним. Гаичка или попугай с удовольствием отдохнет, усевшись на палец, и даже поклюет. Птица может просто почистить перышки, будто она сидит на ветке, а не на пальце. Однако эта же птица испуганно отлетит от приближающегося пальца или даже клюнет нас, если мы захотим погладить пушистые перышки у нее на грудке. Птица не боится пальца; она прыгает на нем и чирикает, радуясь новому, более благоприятному положению, но она просто не хочет, чтобы ее трогали, и показывает это. Только очень дружески расположенный к нам попугай, если у него к тому же хорошее настроение, повернет в нашу сторону клюв и распушит перья на шее, как бы приглашая почесать его головку.

Точно таким же образом различает прикосновения и наша нервная система. Когда мы сами к чему-либо прикасаемся, то

наше ощущение сильно отличается от прикосновений, полученных извне. Когда мужчина сгибает руку в запястье или женщина с распущенными волосами поворачивает голову, большое количество волос меняет положение, благодаря чему изменяется давление на кожу около луковиц волос. К счастью, мы не обращаем на это внимания, нас это совершенно не беспокоит. Но если на кончик волоса длиной около сантиметра оказать давление, равное всего лишь 0,03 грамма, волос станет играть роль рычага, и мы ощутим прикосновение. Мы тут же замечаем, если нашего волоса коснется человек или какой-нибудь предмет, потеребит его или вообще нарушит положение, которое он обычно занимает при нашем движении.

«Работа» усов кошки или мыши основана на различии между касанием самого животного и чьим-либо прикосновением к нему. Длинные жесткие щетинки, торчащие по обеим сторонам мордочки животного, являются предметом всеобщего любопытства. Так, сейчас всех интересуют «усы, имеющие форму велосипедного руля». Для чего они? Раз у всех нормальных кошек, мышей и мужчин есть усики, значит они нужны не для того, чтобы отличаться от других; их отпускают не из тщеславия и не для маскировки шрамов; нет, осязание при помощи усов расширяет границы восприятия окружающего мира, в то время когда глаза и уши не получают полезной информации или заняты чем-либо другим.

Кошка в поисках мыши просовывает голову в темную дыру; усики ее задевают за края этой дыры; так кошка узнает, какую форму имеет отверстие. Если кошка заденет торчащие дрожащие усики мышки, грызун тут же отпрыгнет, пытаясь спрятаться в более укромном месте. Но если мышь в темноте вдруг дотронется до усов кошки или ее торчащих бровей, то кошка отреагирует так же быстро и уверенно, как и мышеловка. Длинные волосики мыши являются как бы «триггерами», на которые полагается кошка, когда свет, звук и запах слишком незначительны, чтобы можно было пустить в ход другие органы чувств. Человек с бородой тоже может извлечь из нее пользу и благодаря осязанию получить больше информации в темноте, чем его безбородая супруга!

В илистых водоемах сомы полагаются на чувство осязания, используя свои мясистые свисающие вниз усы; эти усы касаются многих интересных для рыбы предметов, которые она могла бы и не заметить, не будь у нее усов[3]. Омары и лангусты выпускают под водой из своих укрытий длинные упругие антенны, тем самым значительно расширяя мир своих ощущений. Вокруг коралловых рифов и камней в тропических морях обитают

креветки с красной каймой; они беспрерывно шевелят тремя парами антенн. Каждая такая антенна молочно-белого цвета напоминает жгут; она в два-три раза длиннее самого животного. Антенны обследуют окружающую воду подобно слабым лучам прожектора, перекрещивающимся на ночном небе.

Животные, обитающие в местах, куда никогда не проникают лучи солнца — будь то огромная пещера или морские глубины, — узнают все об окружающем мире при помощи длинных выступающих частей тела. На каждого пещерного сверчка с его огромными подвижными коричневыми антеннами в океанских глубинах приходятся сотни креветок, крабов и кальмаров, вытягивающих свои «уловители», тонкие ножки и чувствительные «ручки». Тем самым они имеют больше возможностей вовремя заметить приближение врага или найти пищу.

И в соленых, и в пресных водах огромное количество полипов и медуз ловит добычу с помощью щупалец, тонких, как леска рыболова. Щупальца знаменитой португальской медузы-корабля могут опускаться из-под переливчатого розово-голубого купола на 12 метров в глубину, в то время как сам купол несется вперед по течению, гонимый ветром. Каждая такая «леска» усеяна специальными стрекательными клеточками, способными ввести анестезирующее вещество в тело любого достаточно мелкого животного, которое может служить добычей, и крепко держать его, пока щупальце не сократится и не поднесет жертву к ротовому отверстию.

Похожие на цветы морские анемоны, которые украшают скалистые берега, втягивают щупальца лишь во время отлива, оказавшись на воздухе; под водой же они ждут, когда маленький краб или рыбешка, проплывая мимо, заденет их лепестки-щупальца. Но даже эти, казалось бы, простые животные отчетливо различают, когда они сами прикасаются к предмету и когда предмет соприкасается с ними. Некоторые анемоны прикрепляются на пустых раковинах улитки, которыми рак-отшельник укрывает незащищенные части тела. Эти анемоны почти не сокращают щупалец, когда наталкиваются на подводные предметы во время своих тряских путешествий на раках. Но если вытянутых щупалец коснутся креветки или рыбы, анемоны тут же схватывают и пожирают их.

В некоторых частях света анемоны обладают еще более высокой чувствительностью к прикосновениям рыб. Так, в водах Красного моря, на морской биологической станции египетского Университета имени Фуада I, доктор Х. А. Ф. Гохар обнаружил, что весьма распространенная рыба *Amphiprion bicinctus* живет в симбиозе с актинией *Actinia quadricolor*, которой изобилуют эти

воды. Взрослые рыбы этого вида отгоняют врагов актинии, как будто они защищают собственный дом. Щупальца актиний лишь немного сокращены, если плывущие рядом рыбки не касаются их через короткие интервалы. Актинии не делают никаких попыток поймать эту рыбу, даже когда она откусывает большие куски от добычи, пойманной актинией. Однако картина совершенно меняется, если что-то извне толкает *Amphiprion* в щупальца актинии. Тогда актиния хватает «свою» рыбу, жалит и заглатывает ее, если рыба не слишком велика.

Для нас прикосновение далеко не всегда имеет такое важное значение. Подобно запаху и вкусу, это чувство редко предупреждает нас об опасности и редко является средством связи между членами коллектива. Осязание, подобно вкусу, возникает при столь близком соприкосновении с раздражителем, что оно не спасает нас, если мы находимся на волосок от смерти. Когда усы льва коснутся нашей руки, спасаться уже слишком поздно — нам, не льву, конечно!

Почему же, удивляемся мы, наше чувство осязания обладает такой исключительной утонченностью? Мы без особого труда ощущаем разницу между гладкой поверхностью стекла и шероховатой, на которую нанесены царапины глубиной 0,001 сантиметра. Прикасаясь к различным поверхностям, обычно мы сразу различаем, какие они: твердые или мягкие, гладкие или грубые, сухие, влажные, скользкие или же липкие. С помощью большого и указательного пальцев можно узнать толщину, определить, жесткий предмет или мягкий. Если мы заткнем уши, чтобы исключить слуховые подсказки, то нам, как правило, достаточно всего лишь быстрого прикосновения ногтя к поверхности материала, и мы определим, что это — металл, дерево, бумага, пластмасса или ткань.

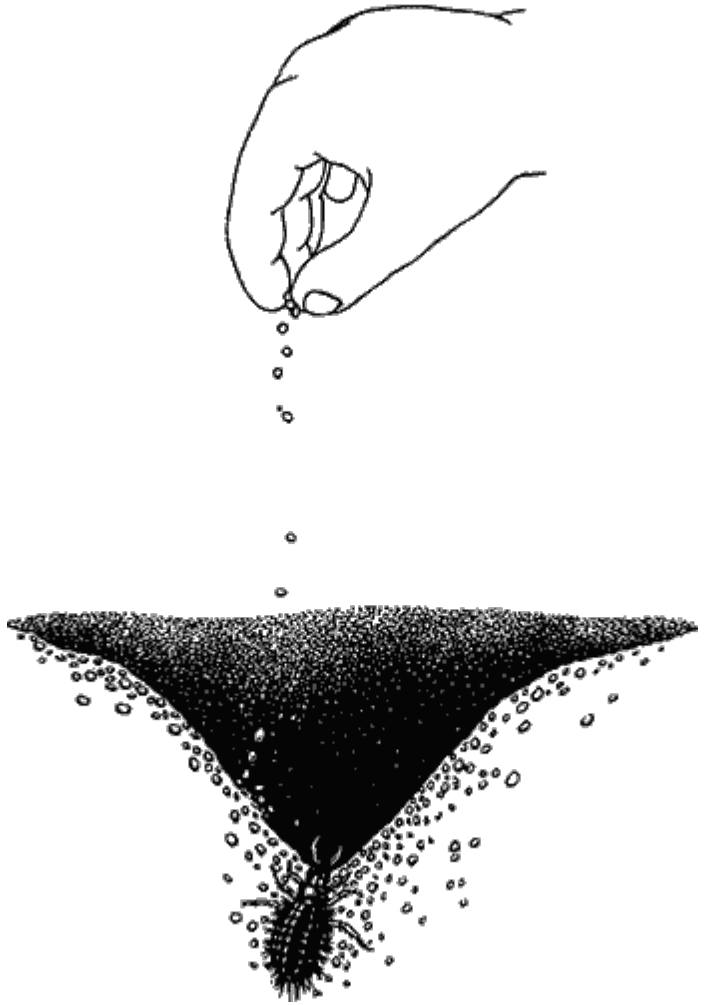
Повседневно определяя качество ткани с помощью осязания, товаровед становится мастером своего дела. Однако его суждения, полученные путем осязания, будут недостаточно точными по сравнению с мнением профессионала — специалиста по тканям, все благосостояние которого зависит от чувствительности кончиков пальцев, безошибочно определяющих качество материала. Конечно, очень соблазнительно сделать вывод, что между материалом и кожей пальцев возникает трение, которое подсказывает, что это за ткань. Однако дело обстоит не совсем просто, так как оценщик тканей может продолжать успешно заниматься своим ремеслом, даже если его пальцы покрыть тонкой гладкой пленкой коллодия. Специалисты могут определить выделку ткани, всего лишь потерев ее палочкой! Было установлено, что достаточно прикосновения длительностью в

0,03 секунды, чтобы точно определить все качества ткани.

Многим животным также достаточно одного легкого прикосновения. Муравьи, которые охотятся за ногохвостками, мгновенно принимают решение — схватить их или нет, так что человеческий глаз не успевает уследить за ними. У восьми различных видов муравьев, обладающих этой способностью, есть чувствительные усообразные волоски, торчащие из образования, аналогичного верхней губе позвоночных. Стоит муравью дотронуться усиками до крупной ногохвостки, как он тут же начинает пятиться назад. Но если муравей дотронется усиками до более слабого насекомого, челюсти его тут же со щелканьем схватят добычу. В обоих случаях муравей куда проворней ногохвостки, хотя эти миниатюрные создания готовы в любую минуту сделать резкое движение хвостом и стать недосягаемыми.

Реакция на прикосновение у личинок муравьиного льва более замедленна, и ее легче вызвать. Речь идет о тех знаменитых муравьиных львах, которых дети южных штатов так часто находят сидящими в засаде на дне небольших конических углублений в теплом песке. Пока личинка ждет появления беспечного муравья на краю ямки, чуть ли не каждая случайно упавшая песчинка служит для нее сигналом к действию. Муравьиный лев, орудуя своей плоской головкой, подымает со дна целый дождь песка, как бы для того, чтобы смутить муравья и заставить его скорее подползти поближе к клещеобразным челюстям, поджидающим его внизу. Обычно лишь несколько секунд уходит на то, чтобы жертва прикоснулась к личинке, и быстрая неравная схватка заканчивается.

Достаточно упасть трем-четырем песчинкам, чтобы личинка жука начала сама разбрасывать песок. Общий вес этих песчинок настолько мал, что его можно определить только на очень чувствительных весах. Тем не менее ученых интересуют и такие цифры, интересует количество энергии, необходимое для возникновения ощущения. Они не считают, что осязание такое уж тонкое чувство, как думают многие из нас. Для того чтобы человек или животное ощутили прикосновение, необходимо в 100–10 000 миллионов раз больше энергии, чем при восприятии зрительных или слуховых сигналов.



Более того, прикосновение как ощущение имеет тенденцию к угасанию. Это чувство пропадает совершенно, если раздражитель вдруг перестанет двигаться по коже. На самом деле, наши чувствительные нервные окончания сигнализируют мозгу о наличии раздражения только когда изменяется сила раздражения, даже если время, в течение которого он сильнее или слабее давит на кожу, слегка деформируя ее, очень непродолжительно.

Для того чтобы прикосновение стало для нас значимым, мы должны или двигаться сами, или ждать, пока до нас не дотронутся. У животных — та же картина. Усоногий рак в период обучения плаванию проводит часы или даже дни, исследуя окружающие твердые поверхности и разыскивая какие-либо углубления, где бы можно было устроиться и провести остаток жизни замурованным в им же самим сооруженной маленькой

известковой раковине. И точно так же пчела-матка путешествует по сотам, опуская свою антенну в каждую ячейку, в которой будет жить новое пчелиное поколение. Если ячейка маленькая, у пчелы срабатывает насос для спермы, открывающий нескольким сперматозоидам доступ к яйцу, которое они и оплодотворяют. Через несколько минут матка откладывает оплодотворенное яйцо в эту ячейку; спустя некоторое время из него появится или еще одна рабочая пчела, или же новая матка. Но если ячейка большая, матка сразу же откладывает в нее неоплодотворенное яйцо, из которого может получиться лишь трутень. Таким образом чувство осязания определяет пол каждого пчелиного отпрыска.

Реакции усоногого рака и пчелы на осязательные стимулы почти целиком зависят от врожденных особенностей их нервной системы. Такие реакции не очень разнообразны, однако они соответствуют обычным условиям существования этих животных. Наш жизненный опыт, связанный с восприятием ощупываемых поверхностей и пространств, со временем может стать более богатым и разнообразным. Нельзя установить предела разнообразию сигналов, которые может воспринять человек через кожу пальцев, приучившись различать на бумаге точки по коду, изобретенному еще сто лет назад Луи Бреллем, французским учителем слепых. Чтобы объясниться с незрячим путем прикосновения, тот, кто научился печатать на машинке, совершенно не обязательно должен читать по Бреллю. Он может пользоваться специальной машинкой, которая отпечатывает знаки кода на листе, когда по клавишам ударяют обычным способом. Эта машинка предназначена для перевода видимых букв в различимые слепыми выпуклости.

Слепые обращают больше внимания на тактильные сигналы; они прекрасно понимают, какая это важная замена зрения. Кое-кто из них заметил, что, если немного надавливать на руку или ногу, то начинает «клонить ко сну»; при этом прежде всего исчезает чувствительность к тактильным раздражителям и к холоду. Эта чувствительность восстанавливается в последнюю очередь, когда давление снимается и кровоснабжение нервов возвращается к норме. Ощущение тепла и боли сохраняется гораздо дольше и быстрее восстанавливается. Однако действие таких наркотиков, как кокаин, меняет картину: теперь чувствительность к тактильным сигналам исчезает в последнюю очередь и может сохраняться, даже когда ощущения боли и температуры совершенно притупляются.

В последние годы было обнаружено, что тактильное чувство имеет гораздо большее значение, чем мы предполагали. По-видимому, необходимо, чтобы нас немножко поколотили,

особенно когда мы молоды. Физические контакты во время игры необходимы для развития нормальной, дружелюбно настроенной личности. Любое физическое воздействие, конечно, не приводящее к увечью, видимо, оказывает такой же эффект.

Любители животных давно уже знают, что по-настоящему прирученными птицами могут быть лишь те, которых постоянно брали в руки и гладили почти с самого момента появления на свет. Однако только в последнее десятилетие научно доказана необходимость прикосновения, после того как на новорожденных крысах были поставлены опыты по новой методике. Одну треть подопытных животных оставляли в гнезде и до них не дотрагивались; другую треть осторожно, руками, переносили в специальные коробки на продолжительное время и по нескольку раз в день; оставшуюся треть крысят помещали в такие же коробки и подвергали слабым болевым ударам электрического тока также по нескольку раз в день; эксперименты проводились по одной и той же схеме.

Когда крысята третьей группы подросли, у них не обнаружили ни симптомов невроза, ни других признаков ненормального поведения. Животные, получавшие удары электрическим током, были настроены так же дружелюбно, как и те, которых руками переносили в коробки и держали там. Но совершенно иная картина наблюдалась у животных «контрольной группы», которые с самого начала оставались в гнездах. По мере роста эти животные робко ползали, прятались по углам и выражали свое волнение частыми испражнениями. Ставши взрослыми, они при раздражении мозга проявляли такой страх, какого раньше у них никогда не замечали; при этом они становились «самыми возбудимыми и злыми крысами», которых когда-либо удавалось наблюдать. «Экспериментальные группы» крыс после подобной же операции оставались относительно спокойными.

Психиатры проводят параллель между описанными выше «контрольными» молодыми крысами, которые получали только тепло и пищу, но не знали прикосновений, и детьми, воспитывающимися в приюте, где они лишены настоящей ласки. Возможно, эти крысы ответили на извечный вопрос: бить или не бить? Безусловно, крысята, которые получали удары электрическим током, не воспринимали их как наказание. Однако они развивались нормально, не проявляли антагонизма по отношению к экспериментаторам. Им жилось гораздо лучше, чем тем крысам, до которых никто не дотрагивался.

В Висконсинском университете доктор Гарри Ф. Харлоу и его коллеги сделали еще один шаг на пути к решению интригующей

проблемы «что такое материнская любовь и как она проявляется»? Чтобы ответить на этот вопрос, они отбирали у матерей макаки новорожденных детенышей и в возрасте двух дней сажали в клетку с «эрзац»-родителем, примерно такого же размера, что и настоящая мать. У этих «матерей» было по одному соску, из которого в любое время можно было пососать теплого молока. Одна такая «мамаша» была сделана из проволочной сетки, которой огораживают цыплячий загон, а другая из дерева; это был деревянный цилиндр, обитый мягкой пористой резиной и покрытый ворсистым материалом. У обеих «мамаш» были вращающиеся деревянные головы с блестящими пуговками или рефлекторами вместо глаз; их прикрепили к полу под некоторым углом с небольшим наклоном назад.

Обезьянки быстро обнаружили сосок и пользовались им, когда были голодны. Но только мягкая, одетая в «теплые одежды» «мать» вызывала нежность, которую можно назвать «детской любовью». К проволочной «матери» маленькая обезьянка обращалась лишь тогда, когда была голодна, подобно тому как прохожий подходит к автомату и ищет стакан, чтобы утолить жажду; испугавшись чего-либо, обезьянка не бежала к проволочной «матери», а пряталась в углу, отчаянно крича и закрываясь лапками. И наоборот, маленькая обезьянка в клетке с мягкой «матерью» проводила все время около нее, то обнимая, то поворачивая ей голову на безруком туловище, то сидя у нее на плечах. Мягкое чучело было для обезьянки постоянным утешением, матерью, обладающей неисчерпаемым терпением, прибежищем, где она скрывалась от напугавших ее предметов. Разница здесь совершенно очевидна: младенец как бы черпает утешение и уверенность в своем «родителе», облаченном в мягкие покровы; очень скоро любопытство берет верх и обезьянка отваживается осмотреть его — сначала с опаской, а потом более уверенно, уже без особого страха.

Новорожденная макака — более зрелое существо, чем новорожденный младенец, но ее реакции на окружающий мир, связанные с его изучением, с привязанностями и любовью, не очень отличаются от человеческих. Макака растет быстрее, и за несколько недель уже приобретает все привычки, которые ребенок получает лишь в течение нескольких месяцев. Формирование личности и ребенка и обезьяны во многом зависит от чувства осязания.

Современное общество изготовляет все больше рожков для кормления и консервированного детского питания, заменяющего материнское молоко, чтобы освободить женщину для полезной работы за станком, или для общественных дел, или для

эгоистических наслаждений. Весьма обнадеживают данные науки, говорящие о том, что мужчина вполне может заменить свою супругу, обеспечив детям нормальное умственное развитие, если кормильцем в семье является жена, а не муж. Мужчина не рожает детей, но его грубое прикосновение к ребенку может вызвать такую же любовь, как и нежное прикосновение матери.

Пока нам не удалось достигнуть больших успехов в том, чтобы улучшить наше чувство осязания или расширить его пределы. Если мы хотим что-то измерить с большей точностью, чем это делают пальцы механика, который использует микрометр с делениями в 0,0025 миллиметра, мы не прибегаем к чувству осязания, а используем оптическое увеличение для визуального сравнения нужного нам предмета с делениями шкалы. Пожалуй, единственным изобретением, в котором с успехом применяются пассивные контакты, аналогичные прикосновениям, является машина, имеющая дело с перфокартами; она идентифицирует кодовые отверстия и производит соответствующие действия. Достаточно одной карты, заложенной в эту машину, чтобы снабдить ее определенной информацией.

В зависимости от «умственной зрелости» машины, на самом же деле от искусства, с которым инженер смонтировал цепи в ее «электрических внутренностях», устройство это может выполнять однообразную работу гораздо быстрее, чем человек.

Не такой уж комплимент человеку, что и его чувства, и психическую координацию можно заменить машиной с перфокартами, так как ни одна машина с электрической схемой вместо мозга не может проявить разносторонности и чувствительности, присущей человеку. Как только в машине произойдет какая-либо внутренняя поломка или в нее попадет перфокарта с такой комбинацией дырочек, которая не была запрограммирована, машина остановится, даст красный свет и будет ждать помощи от опытного механика; или же она начнет делать ошибки, совершенно непростительные для творчески мыслящего человеческого существа.

К счастью, прикосновения, сопровождаемые продолжительными движениями, представляют собой нечто отличное от пассивных прикосновений, и они открывают больший простор для технической мысли. Такая же разница существует между патефонной иглой, стоящей в бороздке неподвижной пластинки, и той же иглой на вращающемся диске. Прикосновение вместе с продолжительным движением может дать информационно-значимые вибрации как в приборе, так и в теле животного. Однако осязание само по себе все еще требует серьезного изучения.

Глава 3
Язык вибраций

Наверное, многие из нас протягивали палец к спящей кошке и почесывали у нее за ухом. Ухо дергается, но кошка продолжает спать. Или мы щекотали былинкой подушечку лапы кошки, при этом у нее начинала дергаться лапа. Если воздействовать этими слабыми раздражителями достаточно долго, кошка проснется, чтобы посмотреть, в чем дело.

Наши реакции на щекотание весьма разнообразны. Если мы крепко спим, можно время от времени проводить перышком по ступне, и это не вызовет никакой реакции. Если сон не очень крепок, мы отдернем ногу, не просыпаясь, а проснувшись, даже не вспомним об этом. Однако для бодрствующего человека такое раздражение может стать настоящей пыткой и, если продолжать щекотку, даже может привести к истерике.

Движение — вот что мы замечаем. Предположим, что на голую спину загорающего сядет насекомое, которое весит вдвое

меньше зернышка яблока. Если оно просто проползет немного и улетит прочь, участок кожи, которого оно касалось, подвергнется вибрации, хотя и очень слабой. Кожа на этом месте может даже зудеть, пока мы не почешем ее как следует. Однако, если на то же место упадет зернышко яблока, мы ощутим это лишь в момент падения, а затем перестанем обращать на него внимание и забудем о нем, потому что оно лежит неподвижно.

Несмотря на проведенные многими учеными тщательные исследования, мы до сих пор точно не знаем, чем объясняется чувствительность человека к вибрации кожи: то ли этому способствуют неспециализированные окончания тонких нервов, достигающих внешнего слоя, то ли интегративная деятельность множества более сложных чувствительных органов, расположенных на более глубоких уровнях. Ученые, как, впрочем, и взломщики замков, отлично знают, что наружный слой кожи, состоящий из ороговевших мертвых клеток, уменьшает нашу чувствительность, поглощая некоторую часть энергии вибрационного раздражения. Уже давно известно, что, прежде чем отправиться на ночную «работу», взломщики с помощью наждачной бумаги удаляют с кончиков пальцев наружный омертвевший слой кожи, чтобы почувствовать легкую неслышную вибрацию металлического тумблера замка, которая помогает разгадать закодированную комбинацию сейфа.

Кончики наших пальцев необыкновенно чувствительны к вибрации. Они сообщают нам, сколько времени она продолжается, какой она силы, и даже дают некоторые сведения о ее частоте. Ладонь руки и ступня ноги обладают примерно такой же чувствительностью. То же самое можно сказать и о губах. С возрастом кончики пальцев почти полностью сохраняют свою чувствительность, тогда как другие части тела в какой-то степени утрачивают ее.

Эта способность улавливать вибрации представляет собой поистине необыкновенно утонченное осязание; благодаря ей мы ощущаем, что область давления изменилась. Пульсации могут быть сосредоточены в одном месте, но мы ощущаем их как попеременное ослабление и усиление давления в этой области. Или место, на которое оказывается давление, может меняться. При этом скорость такого смещения может быть даже меньше скорости движения улитки, но благодаря движению оно все равно ощущается.

Инженеры-связисты и психологи немало думали над тем, как полнее использовать чувствительность нашей кожи к вибрации. Конечно, мы подчас не учитываем многих ее возможностей; а ведь площадь человеческого тела, способная воспринимать,

информацию, очень велика. У женщин среднего роста она равняется почти 1,4 *кв. м*, а у мужчин — 2,1 *кв. м*, она более чем в 1000 раз превышает поверхность светочувствительной сетчатки обоих глаз и в 10 000 раз больше общей поверхности двух барабанных перепонок. Однако кожа в основном играет роль радиатора; мы ежедневно теряем через нее довольно значительное количество влаги.

Весьма любопытен тот факт, что наша охлажденная кожа более чувствительна к различного рода колебаниям, чем теплая. Теплая кожа лучше прохладной сигнализирует мозгу лишь о постоянном давлении, без движений или колебаний. По-видимому, одна и та же рецепторная система сообщает нам и о вибрационном и о постоянном давлениях, поэтому различия в степени чувствительности к каждому из этих давлений у теплой и холодной кожи объясняются изменениями ее упругости.

Самая большая чувствительность к колебаниям у человека лежит в области слышимых звуков, где-то в диапазоне частот 200–100 колебаний в секунду. Наше ухо воспринимает воздушные колебания этих частот как тон *соль-диез* ниже среднего *до* на клавиатуре фортепьяно и более низкое *соль-диез* следующей октавы. Самые нижние регистры голоса тенора и виолончели находятся между этими двумя тонами. Естественно, что ученые задают себе вопрос: нельзя ли научить человека «слышать» кожей, то есть понимать слова и предложения, передаваемые только в виде колебаний на кончики пальцев, грудную клетку или поверхность бедра?

В начале 20-х годов этого столетия в Северо-западном университете психолог доктор Р. Х. Голт предпринял такую попытку. Он подавал соответствующим образом усиленные звуковые колебания человеческого голоса на пальцы испытуемого, который за 28 получасовых сеансов научился в трех случаях из четырех правильно определять, какое из десяти коротких предложений передавалось на пальцы в виде вибрации. Гораздо труднее оказалось, даже после длительной тренировки, узнавать отдельные слова, вырванные из контекста. Испытуемый терялся, если диктор менял темп речи или кто-нибудь другой произносил эти же слова.

В последнее время снова появились надежды на то, что можно научить людей использовать это чувство вибрации, которым мы пренебрегаем[4]. Пока еще оно изучается только в эксперименте, но уже получены весьма обнадеживающие результаты. Ведь проще, например, дать понять пилоту или гонщику, что пора повернуть направо или налево, лишь послав вибрационный сигнал на кожу его груди, вместо того чтобы

говорить об этом или сигнализировать световыми вспышками. Сигналы, полученные кожей, доходят до нашего сознания, даже когда мы оглушены сильным продолжительным шумом или находимся в полной темноте.

Чтобы подать эти колебательные сигналы, можно, например, прикрепить к коже на резиновой ленте небольшие вибраторы, приводимые в действие электрическим током. Если надеть один вибратор на правый бок, а другой на левый и правый вибратор начнет действовать на несколько десятых долей секунды раньше левого, то у человека возникнет иллюзия своеобразного зуда, который перемещается в левую сторону — сигнал поворота налево. Вибраторы, помещенные ниже и выше средней линии груди, могут указывать пилоту, нужно ли поднять или опустить нос самолета. Комплект из четырех вибраторов может обеспечить пилоту передачу всех необходимых инструкций, касающихся регулировки самолета в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Они не отвлекают глаза и уши и так же просты, как похлопывание по плечу. Мозгу не надо думать над тем, какая сторона правая, а какая — левая.

В Вирджинском университете, где с конца 50-х годов производятся исследования кожных сигналов, был открыт совершенно новый вид ощущения. Если шесть вибраторов укреплены на коже кольцом вокруг туловища — по три на груди и на спине — и они вибрируют поочередно какую-то долю секунды каждый, быстро сменяя друг друга, то мозг интерпретирует эти вибрационные сигналы как явное кружение, непрерывное и «целиком захватывающее человека», что-то вроде электрического «хула-хуп», вращающегося без всякого усилия.

Руководящий этими исследованиями профессор Френк А. Джелдард рассматривает вращающийся раздражитель как идеальное средство, которое, возможно, заставит насторожиться при общем сигнале тревоги. Этот сигнал универсален, так как он не зависит от языка, пола, рода занятий или какого-либо увечья, такого, как слепота или глухота. Его нельзя спутать ни с каким другим сигналом, он немедленно приковывает внимание.

Вряд ли кому-нибудь особенно понравится идея носить на себе цепочки вибраторов и портативный радиоприемник в качестве средств предостережения. Однако модельер может вмонтировать это устройство в пояс или даже в верхнюю часть купальника. Это приспособление может быть связано с электронной нянькой, преобразующей крик ребенка в сигналы, которые бесшумно передаются только его родителям. Отец, который никогда не ощущал в своем чреве толчков еще не

рожденного ребенка, мог бы внезапно ощутить себя в кольце вращающихся вибраций всякий раз, когда ребенок заплачет. Это напоминание об ответственности может настичь его за игрой в покер или на стуле в баре, и ему придется бежать домой, чтобы перепеленать ребенка.

Уже много лет терапевты учат глухих общаться при помощи пальцев. Многие люди, от рождения лишенные зрения и слуха, научились воспринимать такие сигналы только посредством осязания — достижение науки, которое открыло мир для Элен Келлер и ей подобных. Является ли этот язык пальцев самым эффективным способом передачи информации с помощью осязания? И вообще обязательно ли пользоваться руками или же они с успехом могут быть заняты чем-то другим, в то время как информация будет поступать через еще не использованные участки кожи?

Группа ученых в Вирджинском университете тоже занималась этими проблемами. Д-р В. Г. Хауэл изобрел простой алфавитный код, которым легче овладеть, чем кодом Брелля. Он основан на способности человека различать, какой из трех вибраторов на груди — правый, центральный или левый — дает сигнал, воспринимать три разных интенсивности раздражения и дифференцировать три длительности сигнала, наименьшая из которых равняется всего лишь одной десятой секунды. Один студент, принимавший участие в этих опытах, выучил код за 30 часов и еще 35 потратил на тренировку; в результате он с 90 % точностью понимал предложения, передававшиеся ему в виде вибраций со скоростью 38 пятибуквенных слов в минуту. Эта скорость в полтора раза выше скорости работы радиста, хорошо владеющего азбукой Морзе. При дальнейшей тренировке с вибраторами Хауэла можно было достигнуть теоретически предельной скорости — 67 пятибуквенных слов в минуту, «более чем в 3 раза превышающей скорость работы опытного телеграфиста, использующего азбуку Морзе». Самым узким местом является сейчас конструирование машин, способных так же быстро посылать сигналы. Пальцы не могут выстукивать код с такой скоростью, с какой любой участок человеческой кожи воспринимает его, а мозг расшифровывает!

Каким бы ни было будущее вибрационных сигналов, воспринимаемых кожей человека, совершенно ясно, что мы только начинаем исследовать чувство, которое уже широко используют другие живые существа. Нам стоит многому поучиться у них. Слишком долго мы игнорировали легкие колебания почвы, воспринимаемые нашими босыми ногами, и не улавливали момента, когда раздраженный скунс

предостерегающе стучал лапами, прежде чем пустить в ход свою зловонную струю.

Мастера, изготовляющие замки, могли бы перенять немало полезного у некоторых «разумных» насекомых. В последние годы появились доказательства того, что эти самые многочисленные из всех живых существ спариваются только тогда, когда нажимают друг другу на определенные области, чувствительные к вибрации. Количество и расположение этих областей для каждого вида различны. Это и есть те секретные кнопки, которые выполняют роль замков и ключей в сохранении репродуктивной чистоты каждого вида насекомых. Если учесть, что примерно к 700 000 уже известных видов насекомых каждый год прибавляются еще сотни новых, количество таких комбинаций, по-видимому, почти бесконечно.

Некоторые реакции животных на вибрацию вносят новые черты в их обычное поведение и делают его более совершенным. Не требуется особой чувствительности, чтобы насекомое оставалось неподвижным на ветру или двигалось против ветра, так как в этих условиях ему гораздо легче сохранить равновесие, чем при движении в другом направлении. Но чувствительные к вибрации органы, находящиеся в третьем членике антенны мясной мухи, позволяют ей судить, не достигла ли скорость ветра 2,5 километра в час. При этой критической скорости ветра насекомое прекращает полет. Стало известным, что такого рода живые организмы имеют целый ряд чувствительных участков, расположенных вдоль передней кромки каждого крыла. По-видимому, эти участки используются как часть необходимой в полете системы управления. Воздух, обтекающий края крыльев, вызывает в чувствительных органах вибрации, которые достигают нервной системы, и она устанавливает порядок сокращения соответствующих мышц, чтобы регулировать наклон крыла и угол атаки при каждом взмахе крыльев.

Пчелы, находящиеся на стенках улья, настолько чувствительны к вибрациям, воспринимаемым лапками, что их можно совершенно дезориентировать и заставить забыть о благополучии колонии и запасах меда. Сильнее всего действуют те колебания, которые соответствуют звукам на одну-две октавы выше стандартного тона *ля*, по которому музыканты настраивают перед выступлениями свои инструменты. В 1956 году было предложено особое устройство типа зуммера, которое можно временно прикрепить к стенке улья в качестве прибора для иммобилизации пчел, когда у них забирают мед. Это приспособление эффективнее дыма и совершенно не приносит пчелам вреда.

В темноте внутри улья пчелы особенно чувствительны к толчкам и вибрациям, получаемым от недавно возвратившихся рабочих пчел, которые «вытанцовывают» на вертикальной поверхности сотов сигналы, указывающие направление и расстояние до места, где они собирают нектар. Однако такого рода передача информации отсутствует в сообществах безжальных пчел из рода *Trigona*, которые обитают в тропиках и теплых странах. Им не знаком сигнальный танец, они не реагируют на вибрации сотов, и им гораздо труднее выяснить у возвратившихся рабочих пчел, куда лететь за пищей.

Если у ученых и оставались какие-то сомнения в том, что эти танцы являются «языком» пчел, то они совершенно рассеялись, когда в начале 1959 года д-р Вольфганг Штехе из Мюнхена продемонстрировал возможность передавать информацию так, как это делают пчелы. Он поместил в улей искусственную пчелу и дистанционно управлял ее танцем на поверхности сотов, используя электронное устройство. С помощью рычагов он руководил невидимыми танцами искусственной пчелы внутри улья, «рассказывавшей» настоящим пчелам, которые толпились вокруг имитированного насекомого, куда лететь за нектаром. Через несколько минут масса сборщиков направилась прямо к выставленной для них сладкой воде, которую до этого не посетила ни одна пчела.

Пчелы прибегают к «вихляющим» танцам в самых различных ситуациях. После того как пчелиный рой покинет улей и повиснет большим клубком вокруг старой матки, почти все пчелы будут спокойно ждать, пока их разведчики не присмотрят подходящие места. Каждый возвращающийся разведчик исполняет свой танец на поверхности этого клубка, и тогда еще несколько пчел улетают осмотреть то место, о котором им сообщили. Возбуждение вернувшихся «исследователей» зависит от того, насколько удачно выбрана «строительная площадка», только что осмотренная ими. Постепенно это возбуждение растет и охватывает всех пчел, которые летали в поисках нового жилья, и тогда они начинают танцевать в одном направлении. Рой отправляется на новое место лишь тогда, когда разведчики будут единодушны в своем мнении и большинство пчел окончательно убедится в этом.

Многие виды животных используют вибрации для передачи информации. Паук с помощью особых чувствительных органов на лапках воспринимает, как по телеграфу, легкое дрожание паутины: так он узнает, какого размера муха попалась в его западню. Если муха слишком мала, паук может не обратить на нее внимания. Если же колебания очень сильны, паук, скорей всего, бросится к жертве и разорвет нити, освобождая ее и тем

самым спасая остаток своей сети. Или же он притаится в углу и будет ждать, пока его жертва — большой жук — сам не освободится; тогда паук снова начнет плести паутину. Только колебания средней силы сигнализируют о пище и заставляют паука поспешить, чтобы схватить ее.

Самцы тех видов пауков, которые плетут паутину, часто подергивают ее, осведомляясь, не голодна ли самка. Если она голодна, то самец по колебаниям паутины узнает, что нужно бежать, спасая свою жизнь. Если же самка просто сигнализирует, что она дома, скорей всего паук будет постепенно приближаться к ней. Отдельным счастливчикам-самцам удается дать начало новому поколению паучков и спастись, пока не поздно.

В воде колебания могут иметь еще большее значение — с их помощью передаются новости на расстояние. Весенними ночами, когда саламандры возвращаются в пруды, где прошла их юность и где они теперь могут размножаться, их поведение зависит от легких вибраций темной воды. Однако, еще до того как самец прореагирует на эти вибрации, его половой инстинкт должен проснуться от запаха находящихся в пруду самок его вида. Тогда он может приблизиться к любому пловцу, думая, что это самка. Доказательством того, что подобные колебания не являются специфическими сигналами, может служить тот факт, что самцы саламандры устремляются даже к медленно плывущей рыбе, почувствовав волнение воды, вызванное работой ее сердца, жабер, плавников и хвоста.

Рыбы тоже реагируют на колебания. Только из-за неумения воспринимать сигналы через кожу, как это делают водные животные, мы не можем узнать, какое широкое распространение имеют такие способы связи. Размер животного, видимо, тут ни при чем, так как и пятисантиметровая колюшка и метровый лосось совершают обычную процедуру оплодотворения, основанную на дистанционной чувствительности к колебаниям, которые производит особь противоположного пола. Самка не будет откладывать яиц, пока не почувствует вибрации или чего-либо подобного ей. Проводники-индейцы знают, что весло каноэ при погружении в воду начинает быстро вибрировать и может так обмануть одинокую самку лосося, что она станет метать икру. Вибрация стеклянной палочки возле хвоста колюшки приведет к тому же результату, если эта самка готова отложить яйца.

При дневном свете, наблюдая за прудом или извилистым ручьем, мы рассматриваем воду, как застекленную витрину. Нельзя ожидать, что в этом процессе будут принимать участие какие-либо чувства человека, кроме зрения. Когда мы думаем о вибрационных сигналах в воде, нам кажется, что любое животное,

которое может воспринимать информацию всей поверхностью тела, совершенно непохоже на нас. Однако существуют шпорцовые лягушки, половые гормоны которых настолько похожи на человеческие, что их используют во всем мире для обнаружения беременности на ранних стадиях. Это африканские лягушки *Xenopus*, дающие нам пример такого рода чувствительности. Их сейчас разводят тысячами в аквариумах, потому что они проводят в воде всю свою жизнь. Когда лягушка вырастает, по обе стороны ее тела появляется несколько чувствительных к вибрации органов, напоминающих органы боковой линии рыб. С их помощью шпорцовая лягушка может обнаружить насекомое или другой движущийся объект, который мог бы служить ей добычей, даже в самой мутной воде, если он находится на расстоянии до 10 сантиметров от нее.

Живые организмы, населяющие любой пруд, обладают не меньшими способностями, хотя мы, не раз наблюдавшие за ними, все же не отдаем себе в этом отчета. Клоп *Notonecta* иногда подходит так близко к поверхности водоема, что можно заметить его торчащий из воды хоботок, так как *Notonecta*, всегда плавает спиной вниз. Окраска насекомого вполне соответствует его необычному положению и маскирует небольшое, длиной в сантиметр, обтекаемое тельце. Обычно это своеобразное существо плавает по пруду и ждет, когда туда случайно попадет пчелка или какое-либо другое насекомое и начнет беспомощно биться. Вот эти-то судорожные движения жертвы в виде вибраций воды и воспринимает наш пловец. Он может улавливать такие колебания и днем и ночью с расстояния более 15 сантиметров. И теперь, когда мы видим этого неподвижного клопа с вытянутыми веслами почти у самой поверхности воды, мы знаем, что он напряженно ждет — не спит.

Некоторые весьма распространенные водные насекомые обладают более тонкой чувствительностью к вибрациям воды. Блестящие черные жучки-вертячки, крутящиеся подобно юле, улавливают отражение от препятствий (берегов, стенок аквариума) мелкой ряби, которая возникает при их движении по поверхности воды. Совершая зигзагообразные перемещения по водной глади, вертячки воспринимают эту отраженную рябь посредством антенн, находящихся на поверхностной пленке воды, где их поддерживает оторочка из особых волосков. В перерывах между ныряниями жук-вертячка плавает вдоль берега и «прислушивается» к любому волнению водной поверхности. Если его антенны неподвижно прикрепить к голове, так чтобы они не могли выполнять свои функции, мы увидим, что вертячка начнет на все натыкаться и уже не сможет заметить пищу, которая

плавает на поверхности воды. Эта чувствительная к вибрациям антенна необходима жучку даже днем, когда ему приходится приспосабливать свои движения к быстрым маневрам сородичей. По-видимому, глаза не дают жучкам точной информации, при которой они успевают принять необходимое решение в какую-то долю секунды.

Трудно представить себе, чтобы днем какое-нибудь чувство могло служить нам лучше, чем зрение. Однако при изучении всех видов животных, обладающих чувствительной кожей или просто чувствительной поверхностью тела, видно, что язык вибрации для них более значим. Вот уже миллионы лет они развивают чувствительность такого рода, в то время как для нас нова сама идея передачи сигналов через кожу. Можем ли мы принять своеобразный вызов, который бросают нам животные, и использовать эту способность в своих целях? Следует ли нам игнорировать один из возможных путей передачи информации на расстояние? Если мы хотим, чтобы вибрационное чувство работало на нас, нам нужно добиться желаемого, и это будет большим шагом вперед.

Прогресс сам по себе имеет парадоксальное свойство. Ему сопутствуют шумы, порожденные цивилизацией, — от гигантских грузовиков, пневматических орудий, мощных радиовещательных средств и реактивной авиации. Если еще раз удвоить интенсивность оглушающих шумов, как это случилось за последние годы, то нам, пожалуй, придется заткнуть уши защитными пробками и отказаться от всяких попыток разговаривать друг с другом. Может быть, тогда мы будем чаще использовать кожу как средство массового общения. Требуется небольшая модификация транзистора в кармане рубашки, чтобы превратить его в устройство, бесшумно передающее информацию в вибрационном коде. Хотелось бы знать, какой интернациональный код выбрали бы люди.

Сегодня нам кажется вполне реальным общение с другими животными с помощью вибрационного кода. Для опыления всех фруктовых садов Америки потребуется меньше пчел и человеко-часов, если с помощью автоматических устройств руководить перелетом насекомых и следить за ним. Уже сегодня используют грузовики с ульями, которые во время цветения яблонь или персиковых деревьев путешествуют из сада в сад. Пчел часто помещают в улей, у самого входа в который находится кормушка, полная пыльцы. Чтобы выбраться из улья и улететь, пчелы должны пройти по этой пыльце, и тогда уж они опылят каждый цветок фруктового дерева. На грузовике может быть электронное устройство, соединенное с сотами, где размещены искусственные

пчелы, которые будут выполнять танец по программе, заложенной в это устройство техником. Наблюдатель, находясь в самолете и пролетая над фруктовыми садами, может посылать находящемуся на грузовике технику радиосигналы, сообщая ему, какие деревья уже зацвели и ждут пчел. На особом записывающем аппарате техник может отпечатать инструкции к танцу искусственных пчел и насыпать в кормушки пыльцу. Каждая живая пчела полетит в указанном направлении, так как ей не нужно ждать, когда вернутся разведчики — пчелы с нектаром. Можно сэкономить целые дни и даже перехитрить погоду, которой мы все еще не умеем управлять. Это осуществимо уже сейчас.

Сегодня мы все больше стремимся к автоматизации, отводя человеку роль наблюдателя. Мы бережем наши чувства и изобретательность для неожиданных ситуаций. Одновременно пытаемся предусмотреть любую возможность такого рода и подготовиться к ней. Таков уровень эволюционного развития современного человечества. И первой ступенью на этом пути, по мнению философа-энтомолога Уильяма Мортона Уилера из Гарвардского университета, были внезапные генетические изменения, происшедшие около миллиона лет назад в одной группе антропоидных обезьян. У особей, которые подвергались этим изменениям, появилось новое качество, которое стало главным: страсть все улучшать и совершенствовать. Эта группа и дала начало человеческому роду. Где-то в процессе эволюции потомки таких обезьян, должно быть, потеряли интерес к вибрациям, воспринимаемым через кожу. Вероятно, теперь мы должны наверстать упущенное. Если мы снова начнем ощущать вибрационные сигналы, то сможем обогатить свои знания о мире.

Глава 4
О чем рассказывают нам уши?

В пределах земной атмосферы почти все рождает звук. Молния проскакивает между тучами и землей, нагревая воздух на своем пути и порождая взрывную волну, которая уносится «со скоростью звука» в виде громовых раскатов.

Еще не так давно раскаты грома вселяли в человека ужас. Нас все еще тревожит электрический шторм, разразившийся поблизости от нас, но мы стараемся заглушить тревогу хотя бы с помощью маленькой игры, которой научили нас родители. Если сосчитать, через сколько секунд после вспышки молнии ударит гром, и разделить это число на три, то можно узнать, сколько километров отделяет нас от источника грозового разряда. Чаще всего грозы обходят нас стороной, приближаясь не больше чем на полтора километра. И только тогда, когда и громовой удар, и вспышка происходят одновременно, возникает опасность, так как в воздухе при обычной температуре звук за 1 секунду пробегает расстояние в 340 метров. Если у вас не остается времени для подсчета, молния поразит вас!

Находясь на пляже, мы с удовольствием считаем удары набегающих волн и судим об их размерах по громкости шума; при этом нас поражает, насколько правильно утверждение, что каждая девятая волна больше своих предшественниц. Или, принимая солнечные ванны, мы еще раз осознаем, насколько четки повторяющиеся звуки: удары бурунов о скалистый берег и «громкое шуршание гальки» у подножия приморских отвесных скал Дувра, описанные Мэтью Арнольдом, дробный звук потревоженных ветром пустых ракушек на тропическом берегу или шипение с присвистом, когда воздух выходит из песка, заливаемого спокойно набегающей волной в закрытой бухте.

Каждый, кто приложит ухо к земле, может услышать глухие звуки ударов набегающих волн гораздо раньше, чем они достигнут уха по воздуху, так как по твердой земле звуковые колебания распространяются в 10 раз быстрее. Осторожные бушмены, живущие в великой африканской пустыне Калахари, отлично знают, что земля проводит звуки гораздо лучше воздуха. Эти примитивные люди всегда спят на боку, буквально прижавшись одним ухом к земле, а другое оставив открытым. Обычно мужчина лежит на левом боку, а его жена — на правом, лицом к мужу; между ними небольшой костер, который согревает их в прохладную ночь. Таким образом они быстрее обнаруживают приближение хищника, когда еще можно от него спастись.

Видимо, большинство звуков в природе сопутствует тому или иному роду деятельности. И вряд ли какое-либо существо, кроме человека, наслаждается ими. Безусловно, звуки обогащают людей. Прислушавшись, человек может уловить шелест листвы и сравнить его со знакомыми звуками. Дробный стук пальмовых ветвей при тропическом бризе похож на стрекот дождя по сухим опавшим листьям в лесу средней полосы. Шелест дрожащих треугольных листьев осины, хлопчатника или клена напоминает нам журчание ручейка, скачущего по камням. А Мэри Вебб в шелесте травы на ветру слышит «сам голос земли». Однако поэты не монополизировали эти удовольствия — просто они помогают и другим испытать их. Каждый способен оценить нежное перешептывание ветерка с тонкими иглами майской сосны или мерное покачивание листьев канадского клена. Каждое дерево имеет собственный голос.

Какого рыбака не радует всплеск рыбы, падающей в воду после прыжка в воздух? Какой всадник, ночуя в степи, не найдет утешения, прислушиваясь к похрапыванию в росистой траве своего коня, который пасется рядом, подле него? Жужжанье пчел на яблоне — это песня весны, а стрекотание крыльев колибри вокруг цветка — признак лета. Ни один из этих звуков не

является специальным сигналом связи. Их значение для нас определено тем, что мы видели раньше.

Даже когда мы считаем, что какое-нибудь животное издало звук в ответ на определенный раздражитель, мы не всегда точно знаем, имеют ли смысл эти колебания для самого животного и его соплеменников. Джон Р. Пирс и Эдвард Е. Дэвис рассказывают о своем знакомом, которого заинтересовало, что на полянке в Нью-Джерси сверчки, казалось, стрекочут в унисон. Он сконструировал электронную «стрекоталку», хорошо имитирующую звуки, издаваемые сверчком, силу и частоту которых можно было менять в широких пределах. В сопровождении двух коллег он отвез это устройство в фургоне к месту, где сверчки были слышны очень хорошо, и там все трое начали устанавливать оборудование. Сначала их прогнал с шоссе осторожный охранник. Но в конце концов они нашли подходящее место и провели испытания. Как бы они ни настраивали свой прибор, сверчки не обращали на звуки ни малейшего внимания. Только много позже сбитые с толку исследователи узнали от английского специалиста по сверчкам, что эти насекомые общаются между собой посредством сигналов в ультразвуковом диапазоне, гораздо более высоких, чем может слышать человек. «Естественное» стрекотанье, которое улавливает ухо человека, лишь случайно сопровождает ультразвуковые тона, которые одновременно производит насекомое трением своих крыльев. Прибор наших экспериментаторов издавал лишь очень громкий треск; не удивительно, что высота тонов этого прибора не произвела на сверчков никакого впечатления.

Звуковой диапазон у взрослого человека простирается от 20 до 20 000 колебаний в секунду, охватывая почти десять октав, каждая из которых соответствует удвоенной частоте колебаний. У детей, вероятно, ухо воспринимает до 40 000 колебаний в секунду. Но с возрастом барабанная перепонка постепенно утолщается и соединение из косточек, передающих колебания от барабанной перепонки к внутреннему уху, начинает оказывать большее сопротивление прохождению высокочастотных звуков. Результаты обследования сорокалетних испытуемых показывают, что верхняя граница чувствительности слуха каждые шесть месяцев снижается примерно на 80 колебаний в секунду; так с постоянной, почти ужасающей скоростью уменьшается наша способность воспринимать обертоны при слушании прекрасной музыки.

Может быть, поэтому мы считаем среднее *до* с частотой в 256 колебаний в секунду своеобразной вехой на музыкальной шкале, несмотря на то что оно лежит гораздо ниже середины слышимого

диапазона, а также ниже середины клавиатуры фортепьяно и всего спектра частот человеческого голоса. Для человека более важным высотным диапазоном является район с частотой 3000 колебаний в секунду. Именно там, между *фа-диез* и *соль* четвертой октавы выше среднего *до*, мы проявляем наибольшую чувствительность к звуку. Лучше всего мы воспринимаем только звуки этой высоты и близкие к ним, которые вызывают соответствующее ощущение при наименьшей затрате энергии. Этим объясняется «пронзительность» крика женщины или ребенка. При частоте звука в 3000 колебаний в секунду крик о помощи кажется нам особенно громким. Он разносится на далекое расстояние, пока звуковые колебания не поглотятся воздухом и различными препятствиями.

Человек и кошка слышат примерно одинаково, начиная со звуков примерно на октаву ниже среднего *до* и до 3000 колебаний в секунду. Однако к более высоким звукам уши кошки значительно чувствительнее наших. Обыкновенно ухо взрослого человека может уловить 13 000 колебаний в секунду в самой высокой октаве, но для их восприятия ему понадобится в тысячу раз большая звуковая энергия, чем кошке. И все же кошка может не услышать писка мышей, которые издают еще более высокие звуки. А мышь слышит предупреждающий писк другой мыши даже при умеренной интенсивности звука высотой до 100 000 колебаний в секунду. Насколько у мыши больше шкала воспринимаемых высоких звуков, какие звуки существуют на этих уровнях — все это остается загадкой; мы ждем изобретения более чувствительных микрофонов, способных воспринимать ультразвуки.

Один из наших учеников создал звукопреобразующее устройство, с помощью которого можно было превращать любой умеренно высокочастотный неслышимый звук в достаточно низкочастотный, а следовательно, слышимый эквивалент. После того как мы помогли ему проверить свое устройство на звуках, издаваемых пойманными летучими мышами, и удивительных ультразвуковых колебаниях, сопровождающих позвякивание связки ключей, он установил свой прибор в помещении, где находился питомник крыс, принадлежащих факультету психологии. Там он обнаружил, что крысы, которые играют после еды и открывают рты, как бы желая укусить друг друга, издают при этом писк на максимальной для их голоса высоте — около 24 000 колебаний в секунду. Затем он перенес свой прибор в Вашингтонский национальный зоопарк и прослушал там, что «говорят» многие млекопитающие. Оказалось, что, за очень редким исключением, каждый вид имеет собственный диапазон

информационных звуков, характеризующихся определенной частотой и длиной волны.

Если каждое издающее звуки животное общается с другими представителями своего вида при помощи звуков особой высоты, к которой они более всего чувствительны, то при общении подобные звуки слышатся как шепот. Большинство животных других видов не может так тонко и остро воспринимать столь слабые колебания, поскольку их слух к этому не приспособлен. Таким образом гарантируется тайна общения представителей каждого вида. Не обнаруживая своего местонахождения, они могут делиться хорошими и плохими новостями или посылать и воспринимать сигналы тревоги. Удивительное соответствие голоса и слуха весьма способствует выживанию видов, хотя мы оценили это далеко не сразу, поскольку наша собственная чувствительность в известной мере ограниченна.

Ни одно животное не выиграло бы от того, что его ухо стало бы в 10 раз чувствительнее нашего при частоте 3000 колебаний в секунду, так как при столь большой чувствительности этот орган фактически будет воспринимать случайные движения молекул воздуха. Тогда биологически важный звук будет услышан на фоне шипения — «белого шума», состоящего из смеси звуков различных частот, которые не несут никакой информации. По сути дела, когда барабанная перепонка реагирует на самый слабый слышимый сигнал, она колеблется с амплитудой смещения всего лишь в 0,000 000 000 6 миллиметра, что составляет около 0,1 диаметра самого маленького атома. Однако три маленькие косточки среднего уха действуют в виде рычага и уменьшают даже это минимальное движение, одновременно преобразуя малое давление звука на поверхность барабанной перепонки в двадцатидвухкратное давление на жидкость, заключенную во внутреннем ухе.

Относительная нечувствительность человеческого уха к низкочастотным колебаниям предохраняет нас от разрушающего воздействия колебаний нашего собственного тела. Заткнув уши пальцами и тем самым преградив путь всем передающимся по воздуху звукам, мы можем уловить пульсирующий шум, вызванный сокращениями мышечных волокон пальцев и рук.

С помощью такого простого приема, блокирующего доступ воздушных звуковых волн к барабанной перепонке, можно продемонстрировать еще один путь, по которому передаются слышимые нами колебания. Напевая с закрытым ртом, мы не оказываем почти никакого воздействия ни на барабанную перепонку, ни на слуховые косточки среднего уха. Звук передается внутреннему уху через кости самого черепа. Он

фактически даже усилится, если, напевая, мы закроем ушные проходы пальцами или тампонами. Колебания, поступающие из гортани на внутреннюю поверхность барабанной перепонки через евстахиеву трубу, не выходят наружу через уши, а отражаются, попадая назад во внутреннее ухо, и усиливают звук, проводимый костями.

Старые скрипачи, у которых с возрастом снизилась чувствительность барабанной перепонки и слуховых косточек, при настройке инструментов иногда дотрагиваются зубами до вибрирующей скрипки, чтобы как-то компенсировать свой недостаток. И пока кости черепа передают высокие ноты и музыкант отчетливо слышит их, он знает, что его слуховая недостаточность связана только с плохой передачей звука. Ему мог бы помочь слуховой аппарат, стоит лишь подать усиленные колебания на костный выступ позади уха. Но если и это не помогает, значит нарушилась деятельность самого слухового нерва — болезнь, которую пока нельзя вылечить. Нам неизвестно, сколько живых существ страдает от глухоты, связанной с нарушением передачи звука. Сравнительно немного диких животных доживает до старости, если они не сохранили способности слышать, «как в молодые годы».

Многие из нас затыкают уши пальцами, когда хотят отделаться от постороннего шума. Шелест листьев или бумаги, неумолчный стук дождя по крыше, оживленная болтовня людей в комнате, жужжание машин, даже таких простых, как сушилка для волос, — все это заставляет значительно повысить голос и тон, чтобы нас услышали. Неважно, чей это голос — мужчины, женщины или ребенка, — звуковая энергия остается в пределах ниже 1000 колебаний в секунду. При обычном разговоре мы не используем ту часть звукового спектра, к которой наши уши наиболее чувствительны. По-видимому, мы оставляем этот канал открытым, как бы сохраняя его для экстренных случаев — для высоких громких криков.

Нередко довольно трудно отличить один «белый шум» от другого. Только жизненный опыт дает нам право умилиться вопросу, который задал пятилетний сосед, подходя солнечным днем к нашей двери и услышав шипение сосисок на сковороде. Он открыл рот, очень удивился и вежливо спросил: «Что это, у вас идет дождь?» Как много потребовалось времени, чтобы мы научились различать звук от взрыва гранита, когда в Новой Англии[5] закладывают фундамент или прокладывают трубы, и гул пролетающего реактивного сверхзвукового самолета, который оставляет после себя огромную V-образную ударную волну. Друзья рассказывали нам, что, хотя стекла при сильном

сотрясении и не бились, многие из вновь возводимых домов строятся без штукатурки, так как она может потрескаться от звуковой волны.

Удивительно, до какой степени мы слышим именно то, что ожидаем услышать, будь то слова, которые мы знаем, или музыка, сохраненная нашей памятью в виде комплексных звуковых моделей. Из накопленных памятью образцов мы конструируем нашу речь. Мы подсознательно слушаем наш голос и тщательно приспосабливаем его к этому психическому шаблону.

Людей, требующих выплаты страхового пособия «производственную потерю слуха», теперь проверяют с помощью специального прибора, который с некоторой задержкой подает в наушники записанную на магнитофон их собственную речь. Ни один человек, утверждающий, что он якобы оглох, не сможет продолжать речь, услышав собственные слова, произносимые с задержкой в 0,2–0,3 секунды; он тут же приходит в замешательство, тем самым показывая, что симулирует. На истинно глухого это не действует, и он продолжает говорить так, как научился этому до потери слуха.

Не требуется электронной машины, чтобы отличить музыканта-профессионала от любителя по тому, как они воспринимают звуки. Профессионал даже при выполнении трудных пассажей регулирует свое прикосновение к инструменту в соответствии с реверберацией звуков в той комнате, где он играет. Любитель же слишком поглощен игрой, чтобы обратить на это внимание.

Уже более столетия учителя пения подчеркивают, насколько важно для каждого певца упражняться, чтобы получить вибрато, а не ровную постоянную ноту. По сути дела, это тремоло или трелеобразное изменение высоты звука с частотой 5–6 колебаний в секунду. Человеческому уху доставляет удовольствие, что сложное устройство органа дополняется аппаратом, который подражает вибрато. В 1959 году ученые из Оксфордского университета обнаружили, что вибрато совершенно необходимо певцу для управления собственным голосом и для поддержания его на нужной высоте. Без стимулирования этих нарочитых вариаций мозг певца не замечает постепенных изменений высоты звука.

Музыка — это наследие, которое мы приобретаем на протяжении всей жизни, от колыбельной до симфонии. Мы заучиваем фразировку и последовательность звуков, пока не запоминаем ее. Некоторые люди восстают против подобного положения: им доставляет удовольствие лишь совершенно незнакомая музыка, которая возбуждает и будоражит их. По этой

причине они предпочитают джаз, американскую форму музыкального искусства: его исполнители избегают музыкальных штампов, давая разнообразные импровизации, и слушатель не может мысленно напевать мелодию из нескольких музыкальных фраз, прежде чем он их услышит. В этом и состоит суть «взбадривания джазом» («jazzing it up»).

Легко проверить, насколько хорошо мозг человека может удерживать музыкальный штамп. Например, бывает, что мы слушаем по радио любимое музыкальное произведение, и вдруг его заглушает бешеный рев пролетающего над нашей крышей реактивного самолета. При этом мы даже можем не услышать звонка, возвещающего о приходе гостя, и не заметим, что радио выключили и пошли открывать. Если в этот момент гул самолета будет особенно невыносим, то многие из нас, не прекращая чтения или работы, мысленно будут «слушать» музыку до тех пор, пока гул не стихнет. И только тогда мы обнаружим, что радио молчит и в комнате идет разговор.

Мы заучиваем и запоминаем определенные звуковые комплексы, а затем используем их, превращая непрерывный поток вибраций человеческого голоса в отдельные звуковые образы. И ребенок пяти-шести лет, ко времени поступления в школу, должен потратить более 20 тысяч часов, чтобы научиться понимать разговор родителей и своих друзей. К этому времени у него формируется, вероятно, никак не меньше, чем десять тысяч сложных последовательностей слогов, которые приобретают смысл в связи с событиями в окружающем его мире. Если дома говорят не только на одном языке, то число таких комплексов может быть больше. Тем не менее другие языки остаются для ребенка «иностранными», так как в них нет привычных «фонем», употребляемых в определенной последовательности. А поэтому понадобится сравнительно долгое время, чтобы ребенок смог полностью понимать другой язык с нюансами его значений и звуковых выражений.

Животные проявляют различные способности к овладению языками. Самыми знаменитыми в этом отношении считаются попугаи. Но распознают ли они в действительности что-либо, кроме известной последовательности, в смене высот звука и интервалов между слогами, когда их спрашивают: «Полли, хочешь печенья?» Нас мучили сомнения, пока мы не стали свидетелями интересного события в Южной Африке.

За несколько месяцев до этого события у экипажа торгового судна Южноафриканского Союза, не имевшего нужных документов, была конфискована большая клетка с красивыми попугаями *Amazona*. Мы любим попугаев и поэтому попросили

разрешения войти в клетку к ним, хотя хозяин и предупреждал нас, что птицы настроены недружелюбно. Он бесконечное число раз заговаривал с ними на африкаанс и по-английски, а также старался завоевать их расположение с помощью лакомых кусочков пищи. Однако вид у них был по-прежнему подозрительный и недоступный.

Мы проводили опыты с амазонскими попугаями главным образом в Центральной Америке и Мексике, где прирученного попугая-самца называют *loro*, а самку — *lora*; если хочешь быть очень ласковым с ними, назовешь уменьшительно — *lorito*. Там они особенно любят masa, то есть размельченные мокрые зерна кукурузы, из которых делают мексиканские лепешки. И вот на полу африканской клетки мы увидели несколько размоченных дождем кукурузных зернышек, машинально подобрали их и размяли. Мы протянули птицам эти зерна и заговорили на нашем прекрасном испанском: «*Loritos bonitos, comed la masa, la masa sabrosa. Lorito, lorito!*»[6] И что же сделали эти эмигранты-амазонцы? Они подлетели к решетке, где мы стояли — от волнения их золотистые зрачки сузились, хвосты распушились и перья на загривках взъерошились — и все время повторяли с явным восторгом «*lorito*». Конечно, они будут есть из наших рук и позволят почесать их головку! Ведь так приятно снова услышать испанскую речь! Нам пришлось кое-чему обучить африканца, чтобы попугаи признали и его.

Конечно, имитация птицей человеческой речи не является доказательством ее интеллекта. По крайней мере у нас есть немало оснований думать, что попугаев можно научить разговаривать только потому, что их голосовой и слуховой аппараты работают в более медленном темпе, чем у других птиц. Просто звуки человеческой речи, по-видимому, больше походят на крики попугаев, чем на музыкальный репертуар певчих птиц.

Вероятно, мозг каждого животного воспринимает только небольшую часть всех звуков, которые достигают его ушей. И врожденные инстинктивные реакции и приобретенный опыт помогают определить, какие звуки представляются значимыми для мозга.

Такие птицы, как дикие вороны или серебристые чайки, общаются со своими «соплеменниками» с помощью звуков, близких к языку. В Пенсильванском государственном университете д-р Губерт Фрингз со своей женой проводят опыты, которые показывают, как много могут узнать вороны и чайки, слушая крики своих собратьев. Эти ученые обнаружили, что вороны в США пользуются особыми сигналами тревоги, заставляющими других ворон улетать прочь, сигналом SOS,

который они издают, попадая в лапы хищника, а также сигналом общего сбора, когда видят сову или кошку. Эти сигналы, записанные на высокочувствительную магнитную пленку, представляют собой достаточно понятный вороне язык; когда эту пленку проигрывают где-нибудь в лесу, дикие вороны реагируют должным образом.

Однако на французских ворон эти записи либо никак не действовали, либо вызывали у них неадекватную реакцию.

Вороны во Франции, услышав сигналы тревоги своих пенсильванских сестер, не улетают прочь, а, напротив, начинают собираться вместе. А серебристые чайки Франции не обращают никакого внимания на весь сигнальный репертуар, которым владеют американские птицы. Создается впечатление, что французские пернатые не понимают иностранного языка.

Пойманные в Пенсильвании вороны, которые не кочуют по Новому Свету, обычно не отзываются на крики ворон из штата Мэн. И наоборот. Однако вороны, свободно летающие между двумя районами, начинают понимать оба местных диалекта. По-видимому, между птицами северной Европы и Америки существует даже некоторое взаимное общение, так как обнаруженные зимой в штате Мэн вороны больше реагируют на сигнальные крики французских птиц, чем летние обитатели этого штата. В этом отношении вороны, зимующие в Пенсильвании, больше похожи на птиц, которые проводят лето в штате Мэн. Создается впечатление, что перелетные птицы способны изучить «язык» не только своих собратьев, но и птиц других видов. Отсюда можно сделать вывод о том, как полезно путешествовать.

Более мелкие птицы отличают одну сову от другой по «голосам» и проявляют эту способность, даже когда человек имитирует совиный крик. Однако доктор Лой Миллер из музея при Калифорнийском университете в Беркли обнаружил, что маленькие дикие птички не реагируют на крики больших сов. Более крупные птицы, для которых большие совы в определенные периоды их жизни представляют опасность, реагируют на сигналы только тех ночных хищников, которые обитают в этом районе. Ни одна из этих птиц не реагирует на крики сов, обитающих в отдаленных областях. Более крупные птицы также не проявляют «осведомленности» в отношении звуковых сигналов мелких местных сов, которые, по всей видимости, не нападают на них.

Все, что мы знаем о языке человека и животных, заставляет нас восхищаться тем, как рано возникает связь между родителями и детьми. Конечно, крокодилиха спешит к своей кладке, когда услышит в глубине, в водных зарослях и иле, крики только что

вылупившихся детенышей. Она разрывает кладку и выпускает потомство на волю.

Слышит ли человек свою мать, когда она еще носит его под сердцем? В последнее время лингвисты заинтересовались звуками, сопровождающими биение сердца матери: «лаб — дапп», «лаб — дапп», «лаб — дапп». В примитивных языках много слов состоит из повторяющихся слогов, наподобие знакомого всем лепета ребенка: да-да, ма-ма, ги-ги. Может быть, мы обладаем врожденной склонностью к парным звукам, тем самым воспроизводя успокаивающий ритм, который мы слышим в чреве матери.

Задумываясь над этим, мы начинаем понимать, что почти в каждом человеческом коллективе ребенок имеет возможность послушать биение сердца матери и после рождения. Мать держит ребенка на руках, так что его ухо прижимается к ее груди, или же ребенок находится у нее на спине под одеялом, и снова ухо его прижато к материнской спине между лопатками. Нет сомнения, что ребенок может слышать биение материнского сердца так же хорошо, как и доктор с помощью приставленного к этим же местам стетоскопа. Мы можем установить, как важно для нормального развития ребенка слышать биение сердца матери.

В наши дни все большее и большее применение находят записанные на пленку звуки. Недавно в детской комнате, где находилось много новорожденных, воспроизвели биение сердца отдыхающей матери — мягкие «лаб — дапп», «лаб — дапп». Благодаря особому пульту за стеклянной перегородкой, отделявшей техника-оператора от младенцев, можно было следить за поведением каждого ребенка в кроватке. Большинство из них вскоре заснули. Остальные лежали спокойно. Но вот магнитофон выключили. Уже через несколько секунд многие младенцы проснулись, некоторые начали кричать. Тогда пустили новую пленку — быстрые удары биения сердца взволнованной женщины. Звук был не громче, чем в первый раз, однако все спящие дети тут же проснулись, начали волноваться, как бы испугавшись чего-то. Но стоило снова проиграть первую пленку — и в детской воцарялся мир. Не являются ли звуки биения материнского сердца первой музыкой, создающей настроение ребенка?

«Лаб — дапп», «лаб — дапп» звучит 70 раз в минуту при нормальном биении сердца, как метроном человеческой жизни. Вот уже полтора столетия наши старые каминные часы Терри успокаивают своим ритмическим кудахтаньем: тик-так, тик-так — отсчитывают они секунды. Это и темп военного оркестра, исполняющего марш: ум — па, ум — па, левой — правой, левой

— правой, когда большие барабаны и медные инструменты издают низкие ритмичные звуки, а малые вторят им на верхних нотах. Если ритм оркестра чуть медленнее ритма работы спокойного сердца человека, то при этом мы можем идти очень долго. Только на параде, чтобы сделать марш более эффектным и возбуждающим, его темп усиливают до 72 шагов в минуту — чуть быстрее сердечного ритма нормального человека в спокойном состоянии.

Когда музыка волнует нас, она, должно быть, говорит нам о чем-то очень важном, но о чем — мы, цивилизованные люди, пожалуй, уже и забыли. Волнующие ритмы будят в нашем сознании дремлющие инстинкты и вызывают у нас глубокое ответное чувство. Английский драматург конца XVIII века Уильям Конгрив сказал об этом так:

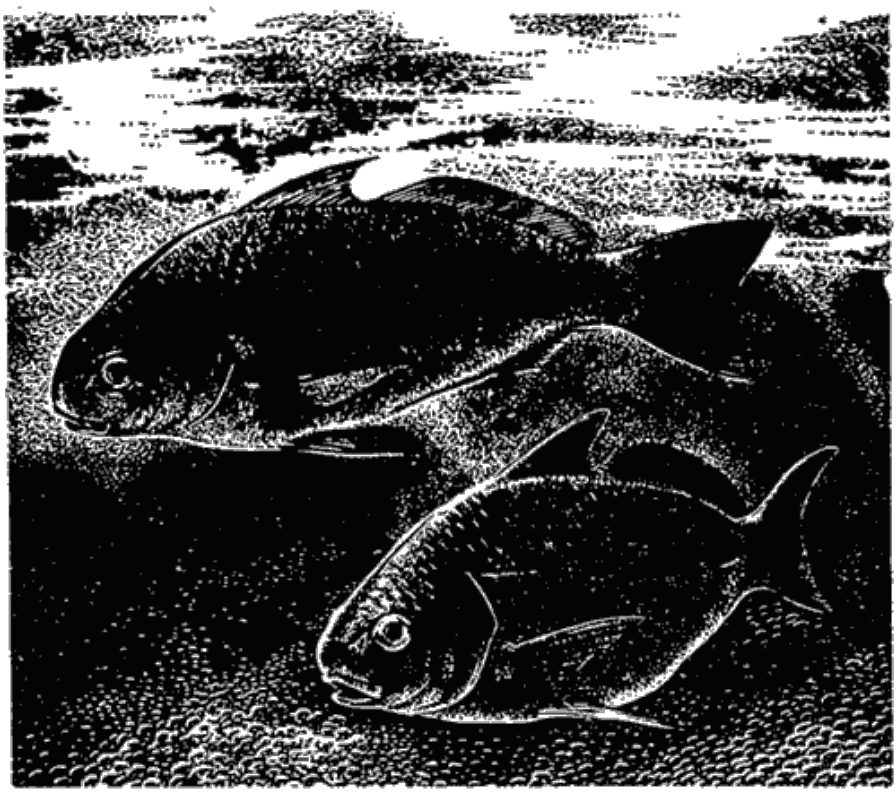
«Музыка способна очаровать…»

Наш великий американский новеллист Пол Элмер Мор сделал попытку выразить эту мысль более образно и назвал музыку «психическим штормом, который, проникая в бездонные глубины, волнует тайну прошлого внутри нас».

Как бы там ни было, мы должны быть благодарны тому, что у нас есть чувство ритма. Не будь его, 23 500 чувствительных к вибрации клеток внутреннего уха информировали бы наш мозг только о шуме, сигналах тревоги или звуках речи.

На самом же деле эти микроскопические центры — каждый размером с красный кровяной шарик — дарят нам радости музыки, ритма, мелодии и гармонии. Они делают нашу жизнь богаче.

Глава 5
Шумный мир, окружающий аквалангиста



Человечество по-настоящему начало интересоваться глубинами моря лишь в первой трети XX века, когда население континентов превысило 200 миллионов. Можно подумать, что людей толкнула в воду сама жизнь. А ведь более двух третей земного шара покрыто океанами. Океаны образуют самое большое и самое древнее царство, в котором обитают живые существа. В древних морях в бесконечно давние времена животные начали производить и улавливать звуки — сигналы. Но, очевидно, мы так никогда и не узнаем, у кого они появились сначала — у ракообразных или у рыб.

Даже сама мысль о том, что животные могут общаться с помощью звуков в «безмолвном мире» океанов, получила широкое признание ученых лишь после 1940 года. И только в 1944 году

наш Департамент морского флота наконец решился произвести испытания подводной системы связи, хотя еще за семь лет до этого доктор Морис Эвинг, выдающийся океанограф, возглавляющий сейчас Ламонтскую геологическую обсерваторию Колумбийского университета, предложил свою систему, которая используется в настоящее время. Самый первый взрыв шестифунтового глубинного заряда ТНТ, который произвели в Западной Африке, в Дакаре, был уловлен с помощью подводного микрофона («гидрофона») у Багамских островов на расстоянии 5000 километров от места взрыва. Меньше чем за час звуковые колебания от этого взрыва пересекли Атлантический океан. При испытаниях такого рода, проведенных в 1960 году, получили рекордную цифру: ползеного шара — от юго-западной Австралии до Бермудских островов — звуковые колебания прошли за 223 минуты.

Подводные звуки оставались так долго незамеченными в основном потому, что поверхностный слой воды создает известный барьер. Вибрации в воздухе, достигнув водной поверхности, почти целиком (на 99,9 %) отражаются или поглощаются ею. Это же относится и к колебаниям в воде. Аквалангист очень редко может услышать подводные звуки из-за прослойки воздуха, которая остается у него в ушах.

Говорят, что еще Леонардо да Винчи предлагал слушать подводные звуки, приложив ухо к вертикально опущенному в воду веслу. Примитивные полудикари — рыбаки южных морей Западной Африки — сами додумались до этого и повседневно пользуются таким методом. Дерево настолько хорошо передает подводные звуки, что их совершенно отчетливо улавливает человеческое ухо, если его приложить к рукоятке весла. Рыбаки, прибегающие к такому приему, отлично знают, что рыбы — а это теперь доказано и наукой — «невероятно болтливы».

Еще во времена Аристотеля подозревали, что рыбы «не прочь почесать языком». Аристотель заметил, что у одних рыб трутся костные жаберные пластинки, у других сдвигаются внутренние органы, создавая колебания в плавательном пузыре — воздушном мешке, находящемся в полости тела под самым позвоночником и почками. И в этом Аристотель был прав.

Плавательный пузырь действительно воспринимает колебания и резонирует, тем самым усиливая вибрации, возникающие в теле рыбы. Огромное число рыб, приводя в движение определенные барабанные мышцы, идущие от позвоночника или черепа к плавательному пузырю, использует его особым образом. Сокращения этих мышц вызывают в плавательном пузыре колебания, которые производят звуки и

передают их окружающей среде. Так действуют барабанные рыбы, морские окуни, морские петухи (триглы), «поющие рыбы» и бугристый фахак. Таким же образом крокер и ему подобные производят звуки, похожие на быстрое хрюканье или карканье. У старых и более крупных рыб высота «голоса» более чем на октаву ниже, чем у молодых и маленьких рыб тех же видов; их голос с возрастом как бы меняется.

Рыбаки Желтого и Китайского морей давно уже жалуются, что они не могут заснуть в своих тонкостенных деревянных лодках из-за неумолчного хора крокеров. А весной и летом 1942 года вдоль всего Атлантического побережья в Чезапикском заливе многие моряки и ученые не могли спать из-за шума, поднятого крокерами, которые пришли в эти воды на нерест. Вдоль берега проходила гидрофонная сеть, чтобы можно было предупредить береговую оборону о приближении подводной лодки Axis. В конце мая началось настоящее нашествие крокеров, и вечерами из сигнальных громкоговорителей неслись звуки, напоминавшие грохот отбойного молотка, сверлящего бетон. Сначала никто не мог понять, что случилось, и многие боялись, не испытывает ли враг новый метод глушения в наших водах.

К тому времени, когда установили, что шум исходит от крокеров, в заливе собралось 300–400 миллионов этих рыб. Молодь крокеров уже настолько подросла, что высота самых громких издаваемых ими звуков понизилась на 9 тонов, до среднего *до*. В начале августа мигранты снова отправились в открытый океан, и их возвращение в последующие годы проходило незамеченным, так как к этому времени в системе береговой обороны появились фильтры, поглощавшие шум крокеров, благодаря которым можно было уловить шум двигателя подводной лодки.

Люди могут воспринимать издаваемые рыбами звуки не только как шум. Несколько лет назад появилась известная баллада, где говорится о маленьком гавайце, который очень соскучился по родному дому и мечтал вернуться в соломенную хижину в Хеалакауа к своей «пой»[7]; в те края, где плавает хумахумануканука апуаа. Эта щелкающая рыба (*trigger-fish*) всегда издает дребезжащие, похожие на хрюканье звуки: и когда ее пытаются поймать, и когда она спокойно плавает у берегов. Эта рыба напоминает большую скумбрию, океанскую рыбу-луну или рыбу-белку: так же, как и у них, скрежетание ее глоточных зубов мы и воспринимаем как ее «голос».

Море наполнено звуками: ведь их издают все живые существа — от китов до креветок. Люди с помощью гидрофона подслушали звуки подводного мира и описали их, прибегая к помощи

всевозможных сравнений: гудение, гоготанье, щебетание, кудахтанье, трещание, кваканье, барабанная дробь, скрежетанье, стоны, мычание, воркованье, щелканье, писк, завывание и свист. Звуки обитателей моря можно также сравнить со стуком падающего вниз по трубе угля, со скрежетом тяжелых цепей, дребезжанием подшипника в поршневой машине, неровным постукиванием лодочного мотора, который должен вот-вот заглохнуть, шипением мяса на сковороде, глухими ударами по пустой бочке, когда лихой танцор отплясывает на ней в мягкой обуви, с визгом пилы, разрезающей лист металла.

Многие из этих звуков еще нужно идентифицировать; ведь одно дело услышать и записать их с лодки, а другое — понаблюдать за жизнью «говорящей» рыбы. Некоторые из этих рыб, однако, стараются остаться инкогнито и сразу замолкают, как только попадают в лучи света или проплывают вблизи лодки. Рыбы в больших аквариумах становятся очень говорливыми, так как они перестают замечать окружающих людей.

Записанные звуки пойманных рыб часто совпадают с таинственными криками, которые нередко слышны в открытом море; тем самым можно убедительно доказать, какая именно рыба их испускает. Начиная с 1946 года в Наррагансетской морской лаборатории Университета Род Айленд создавалась целая фонотека этих звуков, которая получила название «Справочник биологических подводных звуков». Для популяризации этих звуков фирма «Фолквейс» недавно выпустила в научно-популярной серии долгоиграющую пластинку, на одной стороне которой записаны звуки известных нам аквариумных рыб, а на другой — подводные звуки рыб, обитающих в Атлантическом и Тихом океанах на глубине в две тысячи саженей (немногим более 3,5 километра).

Огромное множество самых различных голосов превращает море в своеобразную общественную телефонную линию с параллельными связями, где каждый абонент должен сам выбрать нужную ему информацию. Если бы Франсуа Рабле снова появился на свет и услышал эти звуки, он бы очень удивился, почему в течение четырех столетий ученые не обращали на них никакого внимания. Его герой Пантагрюэль говорил на эту тему с лоцманом, и тот сказал, что услышанный им ночью шум с моря есть не что иное, как затвердевшие на морозе звуки битвы которая происходила здесь в прошлую зиму. Они теперь оттаяли и снова стали слышны. Сигналы, приходящие из океанской пучины, действительно возникают в холодной воде, близкой к точке замерзания. Но современная наука рассматривает их в одной группе со звуками, производимыми в верхних слоях воды,

происхождение которых более понятно.

В черных глубинах необходимо прибегать к помощи звуков: таким образом особи противоположного пола находят друг друга. То же делают сомы и другие рыбы, живущие в мутных водах мелководных речек и озер. Однако звуковой репертуар самца и самки весьма различен. Самец-нотропис, охраняя определенную территорию, издает звуки, напоминающие глухие удары, которые отпугивают других самцов. Для самки же он приберегает самые нежные мурлыкающие песни. Ученые были довольны, когда им удалось записать звуки, издаваемые самцом в брачный период: они приводят в волнение самку, когда она видит своего друга и слышит серенаду или чувствует его приближение каким-либо другим путем. По-видимому, самкам не хочется быть одураченными. Сигналы самца могут оказаться полезными, даже если они и не звучат как призывы любви. Они явно помогают ему отогнать других самцов, которые могут претендовать на пищу, необходимую для самки и для молоди.

Звуки самца фахака в брачный период являются одними из самых громких, которые только были зарегистрированы в Наррагансетской лаборатории. Эта рыба ревет, как сирена, издавая вопли через каждые 30 секунд. Позже, охраняя оплодотворенную им икру, фахак начинает издавать нечто вроде грубого рычания. Аквариумный морской петух, если его почешешь, как бы мурлыкает, а если подразнишь, издает громкие неприятные звуки. В одиночестве эта рыба часто «беседует» сама с собой.

Доктор Мари Поланд Фиш из Наррагансетской лаборатории среди множества рыбьих сигналов научилась различать такие, которые выражают «недовольство», «тревогу» и «готовность к борьбе». Высота этих звуков весьма различна, но почти вся звуковая энергия приходится на диапазон 75–300 колебаний в секунду. Доктор Фиш заметила, что среди 26 различных видов «говорящих» рыб только три издают резкие, пронзительные звуки, высота которых превышает 1600 колебаний в секунду (она равна 4800 колебаний в секунду — почти на четыре октавы выше среднего *до*). Однако «ворчание» фахака, обитающего возле Бимини, у Багамских островов, имеет высоту около 6000 колебаний в секунду, что в переводе на человеческий голос — уже пронзительный крик.

Мы можем быть совершенно уверены, что рыбы слышат производимые человеком звуки, хотя у этих водных созданий и нет видимых ушей, а по своим звукопроводящим характеристикам их тела подобны воде, то есть не представляют собой почти никаких препятствий для звуковых колебаний. Рыбы

превосходно слышат с помощью внутренних ушей, расположенных вблизи мозга. Звуки, изданные в воде, беспрепятственно достигают этих центров и там воспринимаются чувствительными механизмами, которые можно сравнить с самыми лучшими слуховыми рецепторами человека.

Внутренние уши не являются единственными органами слуха у рыб. Доктор Х. Клиеркопер и его коллеги из Канадского университета Макмастера обнаружили другие звукочувствительные центры у стемотилюса, обитающего в реках, которые впадают в озеро Онтарио. Эти рыбы (известные также под названием речной голавль) имеют самую высокую чувствительность к частоте 280 колебаний в секунду (чуть выше среднего *до*). Но их можно научить реагировать на весь диапазон звуков (от 1 до 5750 колебаний в секунду). Вблизи частоты 50 колебаний в секунду они даже могут различить две ноты с интервалом всего лишь в одну пятую октавы, то есть делают это лучше, чем некоторые люди. Однако в диапазоне между 2000 и 20 000 колебаний в секунду звук должен обладать достаточно большой силой, чтобы стемотилюс мог его уловить.

Если у этой рыбы хирургическим путем удалить внутренние уши, она будет вести себя нормально и воспринимать звуки с частотой от 20 до 200 колебаний в секунду: значит, у нее есть запасная слуховая система. Эту оставшуюся чувствительность к звуковым колебаниям можно уничтожить, если перерезать нервы, идущие к специальным чувствительным органам боковой линии, которая проходит вдоль тела рыбы с обеих сторон. Рыба останется «глухой», пока нерв не регенерирует, но она уже никогда не сможет слышать звуки с частотой выше 200 или ниже 20 колебаний в секунду, то есть в тех диапазонах, которые воспринимало ее внутреннее ухо. Многие другие рыбы тоже имеют два типа чувствительных органов, воспринимающих колебания воды вокруг них. Органами боковой линии они улавливают низкие звуки, а внутренним ухом — в основном высокие.

Огромное число рыб обходится без зрения, но не известно ни одной рыбы, которая была бы от природы глухой. Люди, живущие возле коралловых рифов, периодически страдают от окружающих звуков, так как в этих рифах обитают маленькие животные, производящие самый сильный и неумолчный из всех подводных шумов. Это не рыбы, а креветки длиной не более пяти сантиметров; они самые шумные компаньоны аквалангиста; их называют стреляющими или пистолетными креветками, потому что одна клешня у них сильно увеличена и напоминает по форме подводный пистолет удачной конструкции. Креветки пользуются

этим пистолетом на дуэлях, в битве с врагом и при захвате пищи. Говорят, что у берегов Японии миллионы таких животных объединенными усилиями пугают пешеходов. Одна-единственная пистолетная креветка в сосуде с морской водой может щелкнуть так сильно, что разобьет сосуд. Однако никто точно не знает, какое значение имеют для самой креветки издаваемые ею звуки.

Размышляя о звуках подводного царства, мы предполагаем, что они тесно связаны со знакомыми нам земными шумами. Некоторые звуки издаются случайно, вне связи с тем или иным действием животного, другие же представляют собой простые сигналы, сообщающие одной особи о присутствии или местонахождении других. Лишь немногие сигналы имеют дополнительный смысл: тревога, пища, готовность к спариванию. В самом первом сообщении, посвященном звукам рыб, говорилось об одном из таких сигналов. Это сообщение появилось в 1905 году в «Трудах Национального музея Соединенных Штатов» и выдержало испытание временем, хотя в течение более полувека лишь немногие ученые верили изложенным в нем фактам. Теодор Гилль занимался изучением биологии морского конька. В одном аквариуме он держал самца, а в другом — самку. Они могли видеть друг друга через стекло, и их поведение свидетельствовало о том, что они чувствуют друг друга. Однажды Гилль заметил, что самец издает ряд резких щелкающих звуков, каждый из которых был отчетливо слышен в комнате. И очень скоро самка тоже стала отвечать щелканьем на каждый зов самца.

Сигналы, которые посылают особи одного вида друг другу, настолько просты, что мы допускаем возможность беседы между животными только в детских сказках. И вряд ли мы верим, что какое-либо живое существо, тем более водное, может понимать звуки человеческой речи. Однако теплокровные дельфины с их большим мозгом и рядом других особых качеств могут производить более значимые звуки, чем любая рыба. Давно известно, что морские свиньи, или дельфины, которые фактически являются зубатыми китами небольших размеров, отчетливо имитируют человеческую речь, не получая при этом никакого вознаграждения. Некий дельфин во Флоридской морской студии так хорошо имитировал голос одного мужчины, что заставил его жену громко рассмеяться. Дельфин тотчас же воспроизвел и ее смех! Быть может, когда шалун-дельфин выталкивает человека из воды на берег, он просто пытается очистить океан от существ, которые издают странные звуки!

Доктор Джон Г. Лилли, опытный нейрофизиолог, предполагает, что дельфины необычайно умны и наделены исключительным чувством товарищества, помогая друг другу в

беде. В Научно-исследовательском институте связи на Вирджинских островах Лилли исследует возможность взаимного обмена информацией между человеком и дельфином. Будущее покажет, сумеют ли эти животные освоить элементарный английский быстрее, чем доктор Лилли и его коллеги научатся лаять, пронзительно кричать, прищелкивать, свистеть, шипеть и квакать, как дельфины. Если удастся наладить обмен информацией, дельфинов можно даже призвать на помощь рыбакам — работникам одной из самых отсталых отраслей промышленности. Дельфины смогут находить, загонять и даже ловить рыбу — они замечательные специалисты в этой области. Они могли бы оказать человеку неоценимую услугу в исследовании морей, однако самое важное для нас во всем этом то, что человек сейчас достиг такой стадии развития, что он дерзает общаться с существами нечеловеческого рода.

Обучение тому, как распознавать и использовать подводные звуки, представляет собой новую научную игру, неизведанную область, к изучению которой только что приступили. Это обучение основано на способности человека распознавать по голосам птиц и других земных животных. Но проблема этим не исчерпывается. В море обитает огромное количество разнообразных таинственных существ, наблюдать за которыми с помощью известных методов почти невозможно. Их голоса, доносящиеся до нас из глубин океанов или со дна небольших рек, справедливо требуют внимания. И хотя мы слушаем их, затаив дыхание, мы не в состоянии определить, кто нас зовет, так как наши знания еще слишком скудны. Быть может, если человек будет слушать звуки обитателей соленых и пресных вод так же долго, как он слушал пение птиц, ему станут намного понятнее значение этих звуков и индивидуальные особенности тех, кому они принадлежат. Сегодня результаты немногих морских экспериментов обещают нам еще более волнующие переживания. И кажется, что беспредельные просторы океанов бросают вызов человеку, как бы вновь приглашая его вернуться и раскрыть тайны того мира, который он покинул так давно.

Глава 6
Звуки времен года

Каждое время года имеет свой особый смысл и предлагает нам вновь и вновь наслаждаться уже известными прелестями: долгожданным теплом весеннего солнца, благоуханием летних цветов, фруктами осени, веселым отблеском огня и треском горящих в камине поленьев холодным зимним вечером. Мы думаем о земле, зеленеющей после апрельских ливней, об июльских поездках за город, об октябрьских осенних листьях и чистой белизне снега, блестящего под лучами январского солнца.

О времени года нельзя судить по погоде. Она слишком переменчива. Если долгое время регистрировать ежедневные температуры в каком-нибудь определенном месте, то вы обнаружите зимой такие теплые дни, что по температуре они равны холодным летним дням. Часто выдаются такие осени, когда кажется, что на целую неделю или даже больше вернулась весна. Мы можем, конечно, распознать время года по высоте полуденного солнца на небе или соотношению длительности дня и ночи. Но закрыв глаза, мы с гораздо большим наслаждением определим его по голосам окружающих животных.

Лето — не время ласточек, ведь все до одной ласточки прилетают весной. Лето — это ночи, полные стрекотанием сверчков, когда долгие сумерки оглашаются уханьем ночных сов над головой. Лето — это стук ударяющихся об оконное стекло крупных майских жуков и бесконечный зов козодоя. Летние дни приходят вместе с неистовым треском цикад или стрекотанием прыгающих в полях кузнечиков.

Осенью трубит лось. В болотистых низинах американский

лось ревет и ударяет своими развесистыми рогами по нижним ветвям ольхи. Осень — пора зеленых кузнечиков; они на деревьях; они на побегах желто-розового золотарника, когда ночь слишком темна, чтобы различить цвета. И весь день напролет зеленые кузнечики при помощи огромных антенн посылают из травы и кустов свои сигналы, купаясь в последних теплых лучах солнца, пока не грянет мороз и не перевернет последнюю страницу партитуры этих музыкантов.

А зима? Это веселый звон гаичек, перелетающих с места на место в поисках семян и насекомых, спящих под корой деревьев. Это «янк-янк» поползня, который бегает по стволам деревьев, как бы игнорируя земное притяжение. Это тишина ночей, когда случайный крик совы, скрип снега под копытом оленя или лапой зайца, треск льда на реке, похожий на пистолетный выстрел, слышатся особенно отчетливо, так как на деревьях нет листьев и ничто не мешает распространению звука.

И что бы ни говорил календарь или термометр, считай, что зима уже прошла, если услышишь в небе крики направляющейся на север гусиной стаи или на реке — лягушачий концерт. А когда в ночном воздухе прозвучат первые брачные песни лягушек и жаб и днем послышится восторженное пение прилетающих птиц, знай, что не позже чем через неделю на деревьях распустятся почки.

Каждый раз, когда одно время года сменяет другое, мы ждем голосов наших друзей, которые напоминают нам о том, что все в мире идет по заведенному порядку, установившемуся задолго до появления на свет человека. Часто голос животного является таким же характерным, как и его внешность. Интересно, в какое же время года первое наземное животное издало целенаправленный звук? Какие существа могли его слышать?

Если сегодня где-нибудь в теплых краях нашей страны мы поднимем камень или бревно и потревожим скорпиона, то можем услышать нечто, отдаленно напоминающее этот первый сигнал. Скорпионы появились еще в девонский период, 400 миллионов лет назад; возможно, они и были первыми наземными животными, способными производить предупреждающие акустические сигналы. Когда мы поднимаем эту своеобразную крышу, современный скорпион реагирует на шорох. Он выдвигает остроконечные клешни, очень напоминающие клешни раков, и изгибает хвост дугой, так что над его спиной поднимается острый наконечник с полным яда жалом, на случай если мы подойдем слишком близко. Когда скорпион поднимает хвост, мы слышим скрип, как если бы членики были заржавленными. Этим слабым шумом сопровождаются угрожающие жесты у скорпионов всего мира. Он возникает при трении друг о друга особых шершавых

поверхностей тела. В какое же время года первый скорпион издал этот скрип?

Песни насекомых гораздо привычнее для нас, чем скрип скорпиона. Эти отчетливые звуки возникли только 300 миллионов лет назад, когда теперешний каменный уголь еще был живым деревом. Большинство звуков у насекомых издают самцы: это их своеобразная монополия, выдержавшая испытание временем. Самцы сверчков и кузнечиков трещали и пиликали на протяжении всей эпохи динозавров, от ее расцвета до упадка. Их крики звучали и в ледниковый период и, наверное, они будут слышны каждое лето, до тех пор пока на земле останется хоть одно живое существо.

Если каждая птица исполняет свою песню, которой она заявляет права на территорию, то каждый музыкант-насекомое исполняет свою особую мелодию, а другие представители его вида узнают ее. Мы тоже можем услышать эту мелодию, если обладаем достаточно острым слухом. Уже сами слова «кейтидид» (katydid)[8] и «крикет» (cricket) — от старофранцузского «criquet» («крике́»)[9] — показывают, что мы пытаемся уловить идентичные ритмы. В конце XIX века выдающийся натуралист Самуэль Х. Скадер сделал попытку записать в музыкальной форме стрекотание кузнечиков и сверчков, которое он так часто слышал около своего дома в Новой Англии. Сегодня эта запись кажется примитивной по сравнению с современными совершенными записями и анализом, которые стали возможны благодаря электронным приборам.

Мы предпочитали пользоваться фотоаппаратом или фоторужьем. Нежные песни древесных сверчков в три часа утра действовали на нас неотразимо; они звучат, как колокольчики эльфов. Звук не смолкает; пастельно-зеленое насекомое стоит, подняв трепещущие крылышки под прямым углом к спинке, тем самым создавая дополнительный резонанс звука.

Древесные сверчки, так же как зеленые и длинноусые кузнечики, извлекают звуки, потирая особый стрекотательный кантик, проходящий вблизи основания одного надкрылья, о ряд выступов или зубцов на другом крыле, подобно тому как мы проводим ногтем по краю гребешка или напильника. Эти насекомые прекрасно улавливают высоту и ритм звука и с помощью чувствительных «ушей», расположенных в передних лапках, прямо под суставом, соответствующим коленке, внимательно прислушиваются к звукам, которые доносятся из окружающего кустарника. Один самец может произнести целый монолог из звуков, которые мы имитируем как «кэти», «кэти-дид», «кэти-диднт», быстро проведя три-четыре раза подряд

стрекотательным кантиком по стрекотательной жилке. Зеленые и длинноусые кузнечики поют свои песни, производя резкое вибрирующее движение — поднимая вверх только дрожащие основания надкрыльев; при этом их очень трудно заметить, так как они замирают в одной позе и сливаются с окружающей зеленью, прислушиваясь к ответным звукам.

Чем громче стрекочет зеленый или длинноусый кузнечик, тем более готов он к спариванию. Когда другие самцы чувствуют силу соперника, они держатся от него на почтительном расстоянии, предоставляя самому громкому певцу самую большую территорию. Обычно после спаривания сигналы прекращаются; это означает, что самец временно выбывает из состязания в борьбе за супругу. В отношении некоторых длинноусых кузнечиков это кажется вполне логичным, так как самец может потерять 40 % своего веса, когда он передает самке большой мешок с клетками спермы. Через несколько дней, когда восстановятся его вес и сексуальные способности, к нему возвращается и «голос». Вполне понятно, что сила производит впечатление на самок, и они выбирают самца, который поет громче всех.

Хотя антенны у сверчков, зеленых кузнечиков и саранчи не имеют отношения к звуку, их длина часто помогает определить, каким образом эти насекомые производят и слышат звуки. Сверчки и зеленые древесные кузнечики — «длинноусые». Короткоусые прямокрылые — это хорошо известная нам саранча, которая трещит и шумит наподобие горящего кустарника, когда летнее солнце выжигает поля, а те, кто приехал на пикник, разыскивают тень, чтобы открыть рюкзаки.

Находясь на земле или прижавшись к высокому стеблю, саранча внимательно следит за происходящим вокруг; при этом она издает звуки, которые привлекают к ней внимание. Многие насекомые взлетают в воздух и кружатся наподобие вертолетов, а перед тем, как опуститься на клочок голой земли — своеобразную посадочную площадку или плац, — они издают щелкающие сигналы. Почти во всех случаях они производят звуки, почесывая шершавыми поверхностями голеней задних ножек о внешнюю поверхность надкрыльев. У некоторых видов саранчи на крыльях есть стрекотательная жилка, а на голени — стрекотательный кантик. У других же саранчовых эти две звукопроизводящие поверхности меняются своими местами. Самки тоже могут издавать звуки, только тихие. И самцы и самки слышат звуки с помощью ушей, расположенных по обе стороны тела, возле того места, где начинаются задние ножки.

Саранча, не торопясь, совершает свой вековой брачный обряд,

состоящий из последовательных инстинктивных движений. Требуется большое терпение, чтобы услышать, когда призывная песня самца сменится другой, главной песней, как только он заметит другое насекомое, подходящее ему по форме и размерам. Ответная песнь готовой к спариванию самки тише песни самца. Начинается дуэт, во время которого они приближаются друг к другу. Их финальная песня коротка, и ее проводят с блеском, подобно исполнению на «бис». Это уже «брачная песня», свойственная только особям данного вида, благодаря чему почти полностью исключается возможность спаривания насекомых разных видов, а следовательно, и появление неполноценных гибридов. Любовные песни имеют чрезвычайно важное значение для поддержания репродуктивной чистоты каждой формы.

Наблюдательный человек не может не удивляться тому, насколько различаются по издаваемым звукам те или иные виды животных. Лишь памятуя о том, насколько продолжительна наша жизнь по сравнению с жизнью насекомых, мы можем полностью оценить важность закодированных сезонных сигналов, на которые полагаются эти животные. Как еще смогло бы маленькое существо заявить о своих правах на территорию, будь то кустик или пучок травы, и призвать к себе невидимую самку? Обычно насекомое не может тратить времени зря, потому что весь период его зрелости ограничивается одним сезоном. Единственная возможность продолжить свой род предоставляется ему в течение одной-двух недель (может быть, месяца). Если какое-нибудь животное достигнет зрелости чуть позже или чуть раньше срока, оно почти наверняка не оставит потомства. Только осознав неизбежность этого, начинаешь понимать, почему так неистово пиликают на своих «скрипках» сверчки и им подобные.

Нас должна бы удивить робость почти всех этих музыкантов-насекомых, которые обрывают песню на середине, если их что-нибудь потревожит. И сверчки, и кузнечики, и саранча поют свои песни громко, как бы публично заявляя о себе, только когда им кажется, что мир готов их слушать. Как отличаются эти насекомые от цикад, которые продолжают громко трещать, даже когда их берут в руки, и издают еще более громкие протестующие звуки, если приближаются их враги — осы, убивающие цикад! А ведь у цикад то время, когда можно дать начало новому поколению, занимает еще меньшую часть жизни. Некоторые из них проводят в безмолвии целых 17 лет, пока не достигнут зрелости, а потом, самое большее за несколько недель до смерти, поют свою громкую брачную песнь.

Цикад называют также «саранчой» и «полевыми мухами». Звуки у них рождаются в особых, напоминающих барабаны,

тимбалах, которые расположены на середине их крепкого тельца, по одной с каждой стороны. Когда специальные мышцы приводят в колебательное движение барабанные мембраны, то эти наполненные воздухом полости служат резонаторами. Жаркими летними днями в средних широтах эти насекомые издают сильный звук, похожий на вой сирены, и еще более громкие крики — при восходе и заходе солнца в тропических джунглях. Некоторые цикады издают звуки, напоминающие треск заводной игрушки, когда она замедляет ход и почти останавливается, потом снова набирает скорость, пробежится и останавливается окончательно. Этот звук так силен, что зачастую по нему легко обнаружить прилепившегося к коре дерева самца, который приглашает к себе подругу. У этих насекомых нет видимых ушей, но они совершенно отчетливо улавливают звуки, которые мы издаем. Заслышав приглашение самца, самка стремительно летит через лес, чтобы усесться рядом с певцом.

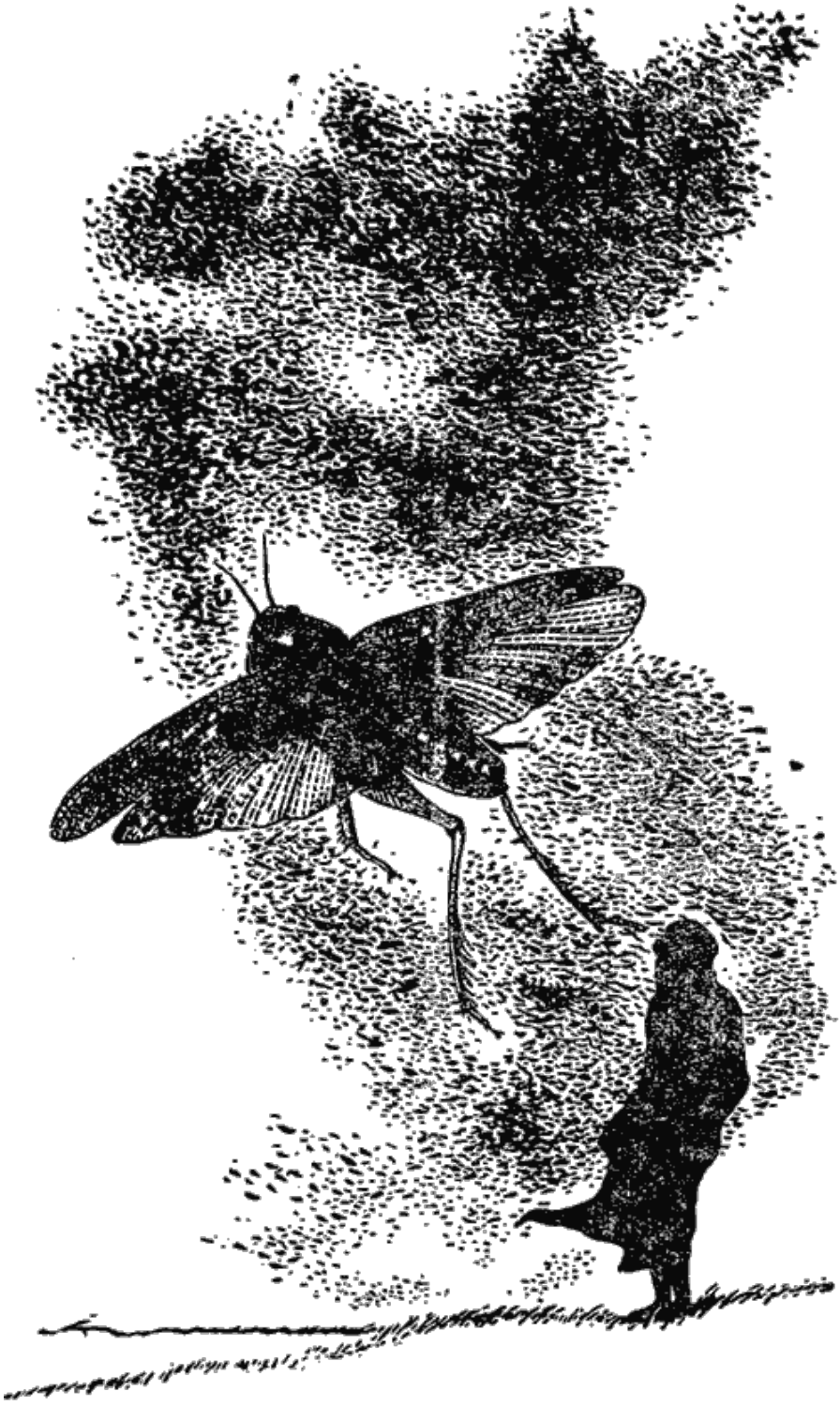
Когда мы говорим о звуках насекомых и различаем среди них песни любви, призывы или выражение негодования, мы, сами того не замечая, спекулируем на этом. Мы как бы метем пыль за дверью. Пытаясь разгадать, что означают звуки животных в различные времена года, почти наверняка мы считаем важным что-то такое, чему сами животные не придают значения. Только благодаря ассоциациям мы способны наслаждаться тем, что отличаем мягкий шум крыльев бабочки бражника, парящей над цветком в сумерки, от более сильного жужжания колибри, навещающей тот же цветок на рассвете. Звуки эти можно услышать только летом, когда есть и цветы, и птицы, и бабочки.

Когда мы были в тропической Америке, где всегда стоит лето, нас заинтересовало, имеют ли какой-нибудь смысл звуки, издаваемые «сверчковыми бабочками» *Ageronia*. Эти насекомые отдыхают на стволах деревьев, свесившись вниз головой, и бесшумно помахивают крыльями, как бы демонстрируя ярко-синие пятна. Через каждые несколько минут в воздух стремительно взлетает самец; он громко, как будто каблуками, прищелкивает крыльями. Затем он возвращается к своему месту на стволе, исполнив один или два пируэта. Безусловно, он взлетает, чтобы привлечь внимание самки. Но волнует ли самку этот звук, столь похожий на щелканье пальцев? Может быть, для бабочек он значит не больше, чем для голубей удар крыльев, когда эта птица впервые поднимается в воздух? Когда Чарльз Дарвин был в Бразилии, он наблюдал, как пара таких насекомых гонялась друг за другом. Дарвин «отчетливо слышал щелкающие звуки, подобные треску при движении зубчатого колеса под пружинной защелкой. Треск продолжался с короткими

перерывами, и его можно было слышать за двадцать ярдов[10]».

Даже когда звук просто сопровождает действия животного, он тоже может служить определенной цели. Назойливый писк комара — результат быстрого движения его крыльев при полете. Мы достаточно хорошо его знаем и, заслышав писк, съеживаемся, ожидая укуса. Самцы комаров воспринимают этот звук, улавливая его особо чувствительными участками своей антенны. Длинные волоски на антенне вибрируют в унисон со звуками крыльев самок того же вида. Самцов комаров — переносчиков тропической лихорадки — сильнее всего привлекают колебания от 500 до 550 в секунду; их подруги производят соответствующий звук биением крыльев со скоростью от 449 до 603 взмахов в секунду. Самец улавливает эти звуки даже на фоне громкого шума. Однако иногда одураченные самцы прилетают целыми тучами к электростанциям, у которых гудение генераторов имеет соответствующую высоту. У основания охлаждающих устройств каждого большого трансформатора можно найти миллионы таких комаров. Опустившись на горячую вибрирующую поверхность, они мгновенно изжариваются.

Но самый ужасающий из всех звуков, производимых насекомыми при полете, можно услышать во время сезонного нашествия мигрирующей саранчи на Ближнем Востоке и во многих частях Африки. Эти полчища были «восьмой напастью», поразившей египтян в День Моисея. Дарвин, описывая свои впечатления от саранчи, которую он повстречал на равнинах Патагонии, цитирует «Апокалипсис»: «…шум от крыльев ее — как стук от колесниц, когда множество коней бежит на войну». Затем он добавляет: «Или точнее как завывание сильного ветра в корабельных снастях». Во время полета эти насекомые производят относительно слабый звук, который мы все же можем услышать. Однако, когда огромная, как туча, стая садится на землю или поднимается вверх, колебания воздуха становятся почти оглушающими. Мы ясно слышали эти звуки в Африке, их не мог заглушить даже рев летящего самолета, на котором мы находились. А из окна нам было видно, как рано утром поднимается с опустошенных полей саранча, и кажется, что обретает крылья сама выжженная солнцем земля.



По-видимому, возникающие при полете саранчи звуки (с

частотой 17–20 колебаний в секунду) представляются важными для самих насекомых. Отдельные особи, которых искусственно оглушили, не проявляют ни малейшего интереса ко всей стае, поднимающейся вверх. Однако вся масса насекомых сразу же покинет землю, если им начнут проигрывать записанные на пленку звуки взлета. Можно ли заставить саранчу летать до полного изнеможения и таким образом уничтожить ее? Этим вопросом сейчас занимается Международная контрольная комиссия по борьбе с саранчой. Утверждают же китайцы, что они избавились от домовых воробьев («рисовых птичек») при помощи оглушающего шума гонга и огневых хлопушек.

Когда Вильям Батлер Итс писал о «гудящей от пчел поляне», он воспевал не что иное, как шум от вибрации пчелиных крыльев. Итс упивался этими звуками, как многие и до и после него. Мы в состоянии различить легкие изменения в звуке, издаваемом пчелой, когда она в поисках нектара перелетает с цветка на цветок. Это тихие, низкие звуки, совсем непохожие на сердитое жужжание тех же насекомых, когда они сильно встревожены. Звуки меняются и с ростом семьи, когда она готовится к роению. В 1959 году один инженер-электроник изобрел и испытал специальное предупреждающее устройство, которое прикреплялось к улью. Как только звук в улье достигал высоты, соответствовавшей высоте жужжания пчел перед роением, микрофон и усилительная система воспринимали эти колебания, автоматически опознавали их и посылали пасечнику домой предупреждение.

Медоносные пчелы воспринимают и звуки летящих насекомых. Пчелы-сторожа, которые стоят у входа в улей, не обращают внимания на прилетающих рабочих пчел. Но они очень чувствительны к тону звука пчел-воришек, даже если эти пчелы находятся достаточно далеко. Наблюдая летом за пчелами, мы можем по звуку отличить прилетевшую к цветку рабочую пчелу от трутня, хотя у него такая же окраска, форма и размеры тела. Несмотря на их поразительное сходство даже в поведении, маскирующийся трутень выдает себя звуками. Однако иной раз насекомые имитируют даже звуки. Недавно был обнаружен случай «звуковой мимикрии», когда муха делала 147 взмахов крыльями в секунду, летая поблизости от ос, которым она подражала. Частота взмахов крыльев этих ос — 150 ударов в секунду, и человек с нормальным слухом не в состоянии различить шум от полета осы и похожий на него шум мухи. По-видимому, питающиеся мухами птицы делают ту же ошибку и избегают этих мимикрирующих мух.

Во все времена года на протяжении многих миллионов лет

самыми характерными из звуков наземных животных были и остаются звуки насекомых. Только около 150 миллионов лет назад к ним присоединились звуки живых существ, имевших язык и легкие — те элементы, которые Аристотель считал необходимыми для голоса. Все произошло почти так, как если бы насекомые многих тысяч видов были теми сказочными дудочниками, которые вывели позвоночных животных из морей, рек и болот на землю и в воздушный океан — к тем «домам», где они обитают сегодня. Тогда и появились птицы и млекопитающие, которые, чирикая и крича, стали охотиться за насекомыми. Каждую весну к их хору присоединялись лягушки и жабы, которые до сих пор сидят на этой диете.

Выход из воды на землю повторяется неизменно, каждый год. Проходят весенние дни, и амфибии, которые были молчаливыми головастиками, отращивают лапки и вбирают в себя плавательный хвост. Тем не менее они всегда возвращаются к прудам и болотистым берегам, чтобы исполнить весеннюю хоровую симфонию, которая доставляет человеку большое эстетическое наслаждение. Многие ваши соседи, которые совсем не считают себя натуралистами, восхищаются кваканьем крошечных лягушек, чьи звонкие голоса раздаются после таяния снега и льда. Температура воды едва поднимается выше нуля, а квакающий самец уже зовет свою подругу, чтобы дать жизнь новому поколению, которое, как всегда, начнет свое развитие со стадии водного вегетарианца — головастика.

Ночные серенады рассказывают нам о приближении весны, о том, что болотный симплокарпус открыл для ранних насекомых удивительные цветы, что на березе и ольхе, «подобно курильнице», качаются наполненные пыльцой сережки, что волчья канадская стопа скоро раскроет плащевидные листья и качающиеся белоснежные почки превратятся в распустившиеся цветы.

А когда к лягушачьим концертам присоединятся трели бородавчатых жаб, к солнцу потянется свежая зеленая листва бесчисленных оттенков. Несколько позднее в это время года можно услышать взрывчатые трели лягушек. Позже всех раздаются звучные «ронк, ронк… ронк» — это выступают на сцену лягушки-быки, которые постоянно живут в одних и тех же прудах, пока их потомство не вырастет до 10 сантиметров и не превратится в насекомоядных басистых обитателей суши.

В тропиках, где каждый месяц идут весенние дожди, хоровое пение земноводных является неотъемлемой частью ночи — каждой ночи. Жители здешних мест наслаждаются этим пением, а на некоторых островах Вест-Индии они с большим удовольствием

слушают и певцов, привезенных из чужих краев. На Ямайке мы встретили «свистящую лягушку» с Мартиники, которую привезла с французского острова на британский леди Блейк, жена бывшего губернатора Ямайки. Она была настолько очарована своеобразными сдвоенными звуками, которые издавала эта маленькая древесная лягушка, что попросила выпустить несколько таких певцов в Лигванской Долине, возле дома губернатора. Теперь эти свистуны расселились и на соседней территории, во дворе Университетского колледжа Вест-Индии, и чувствуют себя там превосходно. Их научное название *Eleutherodactylus martinicensis*, воспроизведенное на бумаге, в два раза длиннее их тела, и посетители, пытающиеся обнаружить певца, никак не могут поверить, что столь крошечное существо может издавать такие громкие звуки. Дети показали нам металлические коробки водяных счетчиков, расположенные перед жилыми домами, на лужайках, где эти свистуны проводят свой день, и помогли поймать нескольких лягушек, чтобы мы понаблюдали за ними вечером. С наступлением темноты серые шейки лягушек время от времени раздуваются, наполняясь воздухом, и подготавливают тем самым вокальный механизм к мощному «Бо-пиип» («Вореер»).

В соответствующее время года можно испытать подобное удовольствие и у себя дома, в зоне умеренного климата. Летними вечерами в Новой Англии повсюду можно услышать звуки, напоминающие щебетанье птиц, — короткую громкую трель серой древесной лягушки, пятисантиметровой родственницы весенних квакш. Этот звук повторяется с перерывами в несколько секунд, поэтому каждый человек с фонарем в руках может увидеть незаметное прицепившееся к дереву земноводное, когда оно во время трели раздувает свою лимонно-желтую шейку, выставляя ее напоказ.

В юго-восточных штатах водятся древесные лягушки несколько большего размера. С лесных холмов они посылают сигналы, состоящие из 9–10 хриплых звуков. Но весной и летом после дождей лягушки переселяются к самой воде и там издают отдельные резкие звуки. Эти брачные хоры лающих древесных лягушек как бы состоят из своеобразных трио, подобно самодеятельным неслаженным вокальным ансамблям, где каждый поет, как вздумается. Члены этого трио выбирают ведущего и следуют «определенному порядку кваканья» — какая-то лягушка всегда выступает запевалой, выкрикивая «тунк», а другая неизменно дожидается своей очереди, чтобы закончить «песню».

Барабанные перепонки у жаб и лягушек расположены симметрично по обе стороны головы. Животные каждого вида

проявляют особую чувствительность к «своим» звукам. В одном пруду очень редко спариваются разные виды, а следовательно, редко появляются гибриды. Однако такие гибриды можно получить в лаборатории. Их голоса очень похожи на голоса обоих родителей: значит, они рождаются со своими песнями, а не учатся им у других.

Земноводные обращают внимание на многие звуки окружающего их мира, не только на брачные призывы. Достаточно малейшего шороха в кустах, чтобы хор умолк и воцарилось бы долгое молчание. А если послышится пронзительный писк лягушки, пойманной змеей, они тут же стремительно прыгнут в воду и спрячутся там среди придонных растений. Там, где водится много питающихся лягушками змей, даже при звуке человеческих шагов по земле лягушки с пронзительными криками прыгают в воду. Может пройти полчаса в безмолвном ожидании, прежде чем несколько самых смелых лягушек отважатся нарушить напряженную тишину и осторожно квакнуть, как бы проверяя, исчезла ли опасность.

Змея, которая охотится на лягушек или насекомых и мышей, вряд ли слышит звуки, производимые этими животными. Змеи не имеют наружных ушей и, по-видимому, не могут слышать даже шипения своих сородичей. Даже когда гремучие змеи шипят, вероятно, они предупреждают об угрозе только других животных. Однако все тело змеи выполняет роль уха, оно чувствительно к малейшим колебаниям земли. Змеи всегда так хорошо слышат шаги приближающегося человека или пасущейся коровы, что успевают ускользнуть незамеченными.

Мы, живущие в зоне умеренного климата, редко сознаем, как нам повезло: ведь мы слышим множество различных животных, чьими голосами звенят наши берега, поля и леса. Кроме стрекотаний насекомых и голосов поющих амфибий, мы наслаждаемся еще более разнообразными виртуозными песнопениями птиц, которых не услышишь в других краях. Дрозды и иволги, как и многие другие птицы, могут проводить зиму в тропиках или в южном полушарии. Однако там они почти безмолвны. Только к северу от тропического пояса совершают они свой брачный обряд, воспитывают птенцов и защищают семейную территорию, распевая изумительные песни.

Птица может взять одновременно целых четыре различных ноты или в такой быстрой последовательности пропеть их, что человеческое ухо не в состоянии уловить каждый звук. Благодаря магнитофону стало возможным записать на пленку пение птицы и проиграть эту пленку в четыре или в восемь раз медленнее, дивясь при этом мастерскому исполнению песни. Обыкновенный

крапивник поет одну песню немногим более семи секунд, повторяя ее почти без вариаций бесконечное число раз, и в каждой такой песне можно различить 130 звуков. Лесной же дрозд, исполняя свою трехчастную песню, все время расцвечивает ее новыми вариациями, быстро меняя высоту звуков в диапазоне частот 1640–8900 колебаний в секунду. У одного лесного дрозда записали 55 песен, и ни в одной из них он не повторился. Абсолютно новая мелодия прозвучала в двух вариациях первой части, пяти вариациях второй и девяти вариациях третьей. Несколько звуков, почти целая октава, были исполнены за 0,02 секунды совершенно слитно.

Дрозды, которые живут на опушках лесов во всех уголках земного шара, справедливо считаются самыми знаменитыми певцами среди птиц. Обычно они перепархивают в кустах с одной ветви на другую, совершенно неразличимые на фоне опавших листьев. Большинство из нас, наверное, не заметили бы этих птиц, если бы не их голоса. На самом деле, ведь известностью пользуется не столько сама птица, сколько ее песня. Прочитав пышную оду Китса, посвященную соловью, трудно представить себе, что это всего лишь маленькая коричневая птичка с красноватым хвостом, европейский двойник американского дрозда-отшельника. Пока еще ни одно беспристрастное жюри не решило, какая из птиц самый блестящий певец — соловей, дрозд-отшельник или дрозд-хама из Индии, которого там очень почитают. Это происходит, вероятно, потому, что голос каждой птицы лучше всего звучит в родном лесу, а эти птицы живут так далеко друг от друга.

Звуки у птиц возникают в основном в нижней части гортани (syrinx), непохожей на наш голосовой аппарат (larinx). Это образование расположено глубоко в грудной полости и осуществляет свою функцию с помощью мышц, регулирующих высоту и качество звука. Пока еще никому не удалось до конца понять, как работает этот сложный музыкальный аппарат, хотя его структура находится в определенном соотношении с характером исполняемых песен. Только у ласточек было обнаружено пять различных типов нижних гортаней, отличающихся друг от друга числом и расположением мышц и вибрирующих мембран.

Помимо этих необыкновенно разнообразных голосовых сигналов, наши пернатые друзья производят еще дополнительные звуки, очень важные для поддержания связи друг с другом. Весной можно услышать звуки, напоминающие барабанную дробь, которую выбивает куропатка (граус) на сухом стволе дерева, стуча по нему крыльями с частотой 40 ударов в секунду.

Для ритмичного постукивания по сухому пню или цинковой крыше дятлу требуется особая твердость клюва и мозг, почти нечувствительный к таким резким ударам. Однако эти звуки различаем и мы, и сами птицы. Красноголовые и краснобрюхие дятлы перестукиваются друг с другом. Стоит самцу позвать свою самку из дупла на рассвете, как она прилетает к нему с места своего ночлега. Усевшись у входа в дупло самца, она слушает стук, доносящийся из глубины дупла. Затем она присоединится к нему и начнет постукивать по наружной стороне дупла. Доктор Лоуренс Килхэм, который в течение многих лет наблюдал за этими птицами в окрестностях Вашингтона, считает, что взаимное перестукивание служит укреплению их брачных уз, а также выражает согласие по поводу выбранного для гнезда дупла.

Слушая звуки окружающих нас животных в различные времена года, мы еще больше узнаем о жизни каждого из них. Мы научились различать значимые звуки в лае собаки или в предупреждающем крике зарянки — «кошка!». Однако мир каждого животного отличается от нашего мира так же, как и звуки, издаваемые им. Мы должны быть очень осторожны в своих суждениях; не нужно приписывать животным человеческие мотивы поведения и человеческое понимание жизни. Некоторые песни птиц свидетельствуют лишь об избытке у них энергии, которую они тратят без особого смысла. И все же не следует забывать, что зачастую звуки животных представляют собой код, нередко скрытый в огромном количестве других, никому не понятных деталей. У каждого животного есть собственная кодовая книжка, своя шкала значений. Из всего диапазона звуков, доносящихся до их слуха, животные выбирают лишь те, которые имеют для них особый смысл. Чтобы расшифровать код, мы должны научиться распознавать эти звуки и определять, какое значение они имеют для самого животного. Только тогда человеку станет понятен действительно простой язык животного.

Глава 7
Значение эха

Одной из наших ценнейших способностей является умение определять, откуда приходит звук. Даже если закрыть глаза, мы по слуху мысленно представим картину окружающего нас мира и уловим происходящие в нем изменения. Действительно, звук имеет определенные преимущества перед светом, помогая нам узнавать о происходящем вокруг. Звук свободно путешествует, огибая всевозможные препятствия, и рассказывает о событиях, которых мы не видим. Отражаясь от больших поверхностей, он в виде эха попадает в наши уши, и мозг подсознательно использует и эту информацию.

Благодаря способности улавливать направление звука мы стали прекрасной мишенью для коммерческих фирм, занимающихся распространением стереофонической музыки; они рекламируют особое оборудование, которое, по их утверждению, в обычной жилой комнате воспроизводит объемное звучание целого оркестра. Но наши уши слишком чувствительны и не создают эту иллюзию, если мы, конечно, не пожелаем слушать музыку через наушники, держа голову неподвижно в фиксированном положении. Стоит нам повернуть голову, как эта иллюзия исчезнет и нам покажется, что оркестр, который мы слушаем, сместился и снова находится прямо перед нами.

Слушая «живой» оркестр в концертном зале, мы получаем удовольствие еще и оттого, что можем видеть любой инструмент, привлекающий наше внимание. Мы поворачиваем голову и смотрим направо, где находятся ударные инструменты, а потом налево — наблюдаем за арфистом, наслаждаясь теми незначительными изменениями звука, которые улавливаем при

малейшем повороте головы. Фактически мы поворачиваем голову до тех пор, пока звук от какого-либо оркестрового инструмента не достигнет обоих ушей почти одновременно, с разницей в одну десятитысячную долю секунды.

Мы обладаем удивительной способностью обнаруживать любую большую чем 0,0001 секунды разницу во времени между приходом звука к одному, а затем к другому уху, совершенно не сознавая, как это происходит. Очутившись в часовом магазине в тот момент, когда бьют часы, мы «автоматически» угадываем, от каких часов к нам доносится тот или иной звук. Человек с завязанными глазами, которого поставили в центр круга диаметром 15 метров и разрешили свободно поворачиваться, может точно указать, какой из восемнадцати музыкантов, стоящих в кругу на равном расстоянии друг от друга, взял более длинную ноту.

Поистине удивительна способность наших ушей и мозга, работающих сообща, улавливать задержки звука, превышающие 0,0001 секунды. В Олимпийских играх подсчет результатов ведется с точностью до 0,1 секунды, а на скачках даже до 0,2 секунды. Однако наш мозг без труда определяет, что звук приходит к одному уху несколько раньше, чем к другому. Фактически наибольшая возможная разница равна 0,001 секунды; она имеет место, если источник звука находится точно справа или слева от нас. После того как звук достигнет одного уха, ему требуется еще 0,0001 секунды, чтобы преодолеть расстояние около двадцати сантиметров: обогнуть голову и попасть в другое ухо.

Стремясь создать иллюзию настоящего оркестра, как бы расположенного вдоль стены в нашей жилой комнате, инженеры-акустики обычно помещают чувствительные микрофоны в концертном зале по обе стороны сцены. Звуки фортепьяно или арфы попадают в левый микрофон значительно раньше, чем в правый, а звуки ударных инструментов улавливаются в обратном порядке. Когда эти два микрофона соединены с помощью раздельных электрических цепей с динамиками, находящимися у нас дома, мы слышим щипок струны арфы в левом динамике раньше, чем в правом. Нам кажется при этом, что арфа находится слева. Но если мы повернемся лицом к левому динамику, то звук все равно будет достигать обоих ушей неодновременно.

Инженеры не могут уничтожить помехи, возникающие в результате отражения и реверберации звуков от стен нашей комнаты и находящейся в ней мебели, хотя наши уши улавливают их и говорят нам о том, что мы не в концертном зале. Самое большее, что может дать стереофоническая техника, — это

перенести нашу жилую комнату на середину концертного зала и позволить нам слушать оркестр, находящийся на сцене, через два или несколько небольших отверстий в стене комнаты, то есть через динамики, расположенные слева и справа. Это ощущение совершенно непохоже на восхитительную иллюзию, которую можно создать в комнате, когда мы слушаем концерт через наушники, а воспринимающие звук микрофоны расположены на сцене концертного зала на таком же расстоянии, какое существует между нашими ушами. Однако до сих пор еще не найдено технического решения этой задачи.

Единственная реальная польза, которую мы извлекли из всех попыток создать «эффект присутствия» в концертном зале, заключается в том, что мы полнее осознали, с какой замечательной точностью наш мозг улавливает разницу во времени между приходом звука к правому и левому уху и насколько велика его способность интерпретировать эхо-сигналы. Даже слепые, которые избегают столкновений с препятствиями, полагаясь не на зрение, а исключительно на прочие чувства, редко сознают, насколько приобретенные ими способности зависят от слуха. Они часто думают, что ощущают стоящие на их пути предметы через поры кожи. Однако если им заткнуть уши, то так называемое лицевое зрение, на которое претендуют многие слепые, полностью исчезнет.

Большинству людей хорошо известны эхо-сигналы, которые врываются в открытые окна автомобиля, несущегося по шоссе с неизменной скоростью. Эти звуки являются в основном «белым шумом», состоящим из суммы звуковых колебаний различных частот, создаваемых двигателем, шинами, а также корпусом автомобиля, которые отражаются от различных встречающихся на пути препятствий. Это непрерывное, хорошо различаемое шипение, если машина идет по туннелю, или короткие, периодически повторяющиеся звуки, отбрасываемые бетонными дорожными столбами, или же более длительные, отраженные от других машин, стоящих по обочинам дороги. Если немного потренироваться, то можно с закрытыми глазами прекрасно ориентироваться на знакомой дороге. По различным звукам мы сумеем распознать большой автомобиль на стоянке, малолитражку, иностранную машину, мотоцикл или просто пешехода, который собирается перейти дорогу. Пешеход звучит «громче», если он несет в руках свертки, отражающие звук. Однако каждый из этих отраженных сигналов достигает наших ушей лишь на какое-то мгновение.

Без особой тренировки мы можем добиться даже большего, если закроем глаза, оставив уши открытыми. Если взять в одну

руку металлический «щелкунчик», которым пользуются иные лекторы, чтобы дать сигнал о перемене диапозитива, а другой рукой накрыть его так, чтобы звуки направлялись от нас, уши не услышат самих резких щелчков, а уловят лишь эхо, отраженное от зданий. Используя такой щелкунчик в маленьком параболическом рупоре, человек может обнаружить на расстоянии метра деревья диаметром около 15 сантиметров. Но и это кажется примитивным по сравнению с удивительным умением слепых ловить эхо своих шагов или постукивания палочки или способностью летучих мышей избегать препятствий в виде проволоки толщиною с человеческий волос и охотиться ночью за крошечными насекомыми.

В молодом лесу крик отражается в виде эха от многих стволов деревьев. Однако мы редко слышим подобные эхо, потому что наше ухо игнорирует их. При помощи магнитофона мы можем воспроизвести запись этих звуков в обратной последовательности — сначала эхо, а потом уже крик. Эхо становится слышимым, и можно совершенно отчетливо различить, что оно имеет большую частоту колебаний, чем сам крик. Это происходит потому, что высокочастотные звуки хорошо отражаются от тонких деревьев, тогда как низкочастотные реверберируют и рассеиваются по всем направлениям. Эхо «белого шума», отраженное от небольших препятствий, находящихся на пути этого шума, имеет бóльшую частоту колебаний по той же причине, по какой небо имеет голубой цвет. Белый свет солнца представляет собой смесь низкочастотных (красный цвет) и высокочастотных (голубой цвет) колебаний. Молекулы воздуха рассеивают световые колебания более низкой частоты и отражают остальные — в основном голубые, которые и воспринимаются глазом. Если бы мы слышали эхо «белого шума» в виде более регулярных колебаний, возможно, мы тоже назвали бы его «голубым».

Одним из самых существенных свойств, которое присуще всем видам колебаний (морские, звуковые, радио- или световые волны), является следующее: их частота связана с длиной волны обратно пропорциональной зависимостью. Чем выше звук и больше частота его колебаний, тем короче длина волны. Однако для получения достаточно хорошего эха необходимо, чтобы отражающее препятствие было в два-три раза больше, чем длина ударяющейся о него звуковой волны. Иногда это бывает особенно заметно на морском берегу, где волны спокойно проходят мимо тоненьких столбиков или буйков и отражаются лишь от длинного мола. Если мы хотим, чтобы звуковая волна отразилась от небольших препятствий, а затем намереваемся при помощи эха

определить, на каком расстоянии и в каком направлении находятся эти препятствия, нам нужно использовать по возможности самые короткие волны и, следовательно, самый высокий звук. Летучие мыши еще 50 миллионов лет назад открыли для себя эти преимущества высокочастотных колебаний, тогда как человек начал применять подобную технику лишь в конце 30-х годов в военных приборах, получивших название сонар (по начальным буквам английских слов «Sound Navigation and Randing»)[11].

Конечно, звуковые волны намного короче морских. Частота звуковых колебаний среднего *до* достигает 256 колебаний в секунду; эти колебания имеют длину волны 1,3 метра, и потому отчетливое эхо этого звука можно получить только от такой большой отражающей поверхности, какую имеет, например, рекламный щит. Высокочастотные сигналы, которые издает металлический «щелкунчик», вероятно, имеют ту же высоту, что и звуки, расположенные на пять октав выше среднего *до*; длина их волны равна четырем сантиметрам, а это значит, что они хорошо отражаются от деревьев со стволами толщиной в 15 сантиметров. Крик летучей мыши, который мы не можем слышать из-за чересчур большой высоты звука, содержит колебания с частотой до 130 000 в секунду и длиной волны до 2,5 миллиметра. Маленький рот летучей мыши может прекрасно сконцентрировать эти короткие волны в виде узкого пучка, а уши — услышать их эхо, отраженное от находящихся впереди препятствий.

Не так легко заметить летучих мышей, потому что они летают только в поздние сумерки и ночью, к тому же высоко над землей. Из великого множества разновидностей млекопитающих, покрытых шерстью, летучие мыши по количеству видов и общей численности превосходят всех, кроме грызунов. В странах с умеренным климатом они питаются исключительно насекомыми, хватая их на лету или с поверхности листвы. Среди летучих мышей, обитающих в тропиках, встречаются насекомоядные виды, а также питающиеся фруктами, нектаром, рыбой, а в Новом Свете водятся даже вампиры, сосущие кровь.

Всем тем крупным летучим мышам (за исключением одного вида), которые питаются фруктами, для ориентации необходимо зрение. Если их ослепить, они становятся беспомощными. Исключение составляют *Rousettus*, обитающие в районах от Бирмы до Экваториальной Африки; при достаточной освещенности они пользуются зрением, но могут ориентироваться и при помощи слуха, улавливая эхо-сигналы от щелкающих звуков, которые они издают с помощью языка. Эти звуки, исходящие из уголков рта животного, представляют собой высокочастотные эквиваленты

звуков «тс-тс», которые производит человек с помощью языка и сосущих движений губ, когда хочет выразить свое неодобрение. Сигналы *Rousettis'*а, а также его прекрасный слух помогают ему избежать столкновений с вертикально натянутыми проволоками диаметром всего лишь 1 миллиметр.

Все без исключения мелкие летучие мыши ведут себя так, будто они слепы. Они прекрасно ориентируются в полной темноте, если у них не повреждены органы слуха, и поэтому можно сказать, что они «видят ушами». Среди них встречаются и такие, которые издают очень тихие звуки, отчего их и называют «шепчущими летучими мышами». Другие исследуют окружающее пространство с помощью высокочастотных звуков одного тона. Кроме этих видов, существуют и такие, как, например, обычные насекомоядные летучие мыши, обитающие в средней полосе Америки, которые испускают сильные ультразвуковые крики различной высоты: в течение 0,05 секунды высота этих сигналов падает почти на целую октаву, и это обычная для них вариация, благодаря которой их стали называть частотно-модулирующими летучими мышами (ЧМ летучие мыши).

«Шепчущие летучие мыши» питаются главным образом тропическими фруктами и насекомыми, сидящими на растениях. По-видимому, они никогда не охотятся на своих жертв во время их полета, а искусно парят над растениями, высматривая на них насекомых. Их сигналы представляют собой очень короткие пощелкивания, такие слабые, что их можно воспринять только с помощью самых лучших микрофонов и других звукоулавливающих приборов. Очень редко они производят шум, слышимый человеком. Большинство их звуковых сигналов имеет частоту до 150 000 колебаний в секунду.

Знаменитый вампир, летучая мышь средней величины, относится к шепчущим мышам. Он обычно парит над спящей лошадью или человеком, а затем прорезает у них кожу острыми, как бритва, зубами, и кровь начинает сильно течь из ранки. Вампир так же искусно пьет теплую кровь, как кошка лакает молоко. Однако собак вампиры кусают редко; очевидно, это происходит потому, что чувствительный к высоким звукам слух собаки хорошо воспринимает сигналы, которые вампир использует для эхо-локации при нападении на крупных животных. Поэтому собака просыпается и отпугивает вампира. Д-р Дональд Р. Гриффин, профессор зоологии Гарвардского университета, непревзойденный знаток сигналов летучих мышей, считает возможным натренировать собак со «слышащими ушами» до такой степени, что они смогут предупреждать людей о приближении вампира, как бы компенсируя невосприимчивость

человека к ультразвуку, подобно тому как компенсируют собаки-поводыри отсутствие зрения у слепых. К тому же вампиры часто заражают свою жертву бешенством, так что в этом предложении имеется и другая практическая сторона.

Летучие мыши, которых художники изображают в виде символов ужаса, являются, за малым исключением, безвредными. Это так называемые подковоносые летучие мыши, обитающие в Европе, Азии, Африке и Австралии. У этих охотников за насекомыми вокруг носа и рта имеется двойная кожистая складка — та самая «подкова», которая служит своеобразным рупором, концентрирующим высокочастотные сигналы в узкий звуковой пучок, который можно направлять вперед и назад, как луч фонарика. Эти животные постоянно ощупывают окружающее пространство, даже если они отдыхают в висячем положении вниз головой. Их локационный аппарат прекрасно приспособлен для этого. Тазобедренные суставы таких летучих мышей чрезвычайно подвижны; поэтому они могут в висячем положении так поворачивать свое тело, что оно может описать почти полный круг, пока животные в поисках добычи сканируют окружающую среду. Когда звук отражается от комара или жука, подковонос бросается к своей жертве и ловит ее. Как отмечал британский зоолог Дж. Д. Пай, этот вид летучих мышей представляет собой «в высшей степени совершенную самонаводящуюся ракету, для которой топливом служат ее мишени».

Своеобразный писк подковоноса длится 0,05–0,1 секунды, то есть его длительность слишком велика для эхолокации возможной добычи. По-видимому, уши этих животных могут воспринимать эхо уже тогда, когда их рот и голосовые связки еще производят звук. Можно предположить также, что подковонос различает, летит ли насекомое по направлению к нему или от него, и в соответствии с этим меняет тактику преследования. Приняв во внимание эту удивительную способность, мы легче поймем, как летучие мыши используют звук, поскольку это соответствует приобретенному нами опыту.

Всякий раз, когда мы едем в поезде, мы слышим свисток или гудок паровоза как звуки постоянной высоты. Однако, когда мы стоим на железнодорожной платформе и к нам приближается на полной скорости паровоз, высота звучания его свистка или гудка резко падает в тот момент, когда он проносится мимо нас. Такое изменение высоты звука, названное по имени его открывателя эффектом Допплера, вызвано движением поезда сначала по направлению к нам, а затем от нас. По мере приближения паровоза его свисток порождает звуковые волны, которые «сжимаются» за счет собственной скорости поезда, и при этом для

тех, кто стоит впереди, на платформе, длина волн укорачивается и звук становится более высоким. Когда же поезд проносится вдоль платформы и удаляется от нас, звуковые волны, создаваемые свистком, возвращаются к нам удлиненными за счет скорости паровоза; это приводит к снижению высоты звука. Точно так же если насекомое удаляется от подковоноса, то высота звучания эха, которое достигнет ушей этой летучей мыши, будет ниже, чем у исходного сигнала, тогда как эхо от приближающегося насекомого будет иметь более высокую частоту. Конечно, летучая мышь, обладающая способностью воспринимать любое эхо в тот момент, когда звук продолжает выходить из ее гортани, сможет получить еще больше информации по слегка измененной частоте отраженного звука.

Очень распространенные в Северной Америке и Европе обыкновенные или гладконосые насекомоядные летучие мыши принадлежат к виду ЧМ летучих мышей; они издают ультразвуки, длящиеся лишь тысячные доли секунды. И в течение этого времени высота звука плавно модулируется. Многочисленные мелкие гладконосые летучие мыши начинают свой крик на частоте 90 000 колебаний в секунду и кончают на частоте 45 000. У этого вида животных каждый звуковой импульс состоит примерно из 50 колебаний; среди них нет и двух одинаковой частоты.

Обычно ЧМ летучая мышь во время полета повторяет сигналы по 10–20 раз в секунду. Однако стоит ей уловить интересующее ее эхо, как она сразу увеличивает частоту повторения импульсов до 200 колебаний в секунду и при этом уменьшает длительность каждого импульса до 0,001 секунды. Нередко частота повторения импульсов слегка возрастает, как если бы животное находилось в состоянии возбуждения, однако ЧМ-характеристики при этом не меняются. Описывая изменения сигналов красной летучей мыши (*Lasiurus*), реагирующей на камешки или кусочки влажной ваты, которыми стреляли в воздух из рогатки, д-р Гриффин истолковывал эти звуки как «путт… путт… путт…. путт…. пут… пит… пит… пит… питиитиитпит-пит-пит-бизз» таким образом, будто эти животные расшифровывают свои эхо-сигналы, пользуясь чем-то вроде жаргона летчика-истребителя: «Июньский звук передо мною в двойке».

В группе ЧМ летучих мышей особый интерес вызывают животные, питающиеся рыбой. Однако еще никому точно не известно, насколько хорошо они могут с помощью эхо-сигналов обнаружить под поверхностным слоем воды гольянов. Наиболее известные летучие мыши *Noctilio* (живущие на северном побережье Южной Америки и еще севернее — до самой Мексики)

вылавливают из воды гольянов с помощью острых, крючкообразных задних лапок. *Noctilio* умудряются схватывать рыбу из сосуда размером 200 × 75 сантиметров и глубиной 5 сантиметров; для этого они, умело маневрируя, пролетают в щель между полом и занавесью, даже если ширина входа очень невелика. Размах крыльев этой летучей мыши приближается к 50 сантиметрам, и ей слишком часто сопутствует удача при ловле рыбы, чтобы это можно было объяснить простой случайностью.

Noctilio называют «заячьегубой летучей мышью», потому что нижняя губа у нее несколько отвисает. Вполне возможно, что во время ловли рыбы *Noctilio* сжимает губы и направляет звуковые сигналы вниз, к поверхности воды. Ее громкие модулированные сигналы, отражаясь от плавательного пузыря гольяна, вызывают вполне различимое эхо, которое возвращается к летучей мыши с такой быстротой, что она тут же опускает в воду лапы и хватает жертву. *Noctilio* летает очень низко, над самой водой, и поэтому огромные потери звуковой энергии, которая тратится на двойной путь звуковой волны через толщу воды, вполне компенсируются коротким расстоянием до отражающего объекта.

Летучие мыши устают, как и люди. Такие уставшие или не вполне проснувшиеся к ночи животные часто натыкаются на препятствия, которых они с легкостью избегают, когда отдохнут или выспятся. Даже наиболее ловкие из них могут натолкнуться на проволоку диаметром 0,5 миллиметра, натянутую горизонтально, в четырех сантиметрах от водной поверхности резервуара для сточных вод. По-видимому, летучие мыши подлетают к этой воде, когда хотят пить, и, едва касаясь ее поверхности, чуть опустив нижнюю челюсть, подхватывают одну-две капли. Когда сильное эхо от их собственных криков возвращается к ним, отражаясь от поверхности воды, летучие мыши не могут уловить менее интенсивные эхо-сигналы от проволоки и, натыкаясь на нее, падают в воду. Они могут подплыть к краю резервуара и вскарабкаться на него или подняться прямо с водной поверхности, подобно гидроплану.

Недавно было предложено новое объяснение этих фактов. Летучие мыши живут довольно долго, и поэтому они приобретают определенные привычки, например запоминают маршруты, свободные от препятствий. Встречаясь с вновь появившимися препятствиями на знакомом пути, они легко приходят в замешательство, хотя, конечно, все время получают соответствующую эхо-информацию, поскольку во время полета они всегда издают короткие «зондирующие» звуки. Очевидно, привычка оказывается настолько сильной, что животные не верят своим ушам. Подобной невнимательностью вполне можно

объяснить и то, что в результате сильных ударов при столкновении с самым высоким зданием в США — Эмпайр Стейт Билдинг — ежегодно гибнет много летучих мышей.

Натуралисты, изучающие способы эхо-локации, прекрасно сознают, что удачная охота у летучих мышей зависит не только от них самих. Эти животные пользуются удивительными приемами для обнаружения и преследования летающих в темноте насекомых; охотясь за ними, они управляют своими крыльями искуснее любой птицы. Но некоторые насекомые прибегают к контрмерам, а это уменьшает шансы на успех у их преследователей — летучих мышей. Многие мотыльки обладают пушистым покровом, а пушинки очень слабо отражают звуки. Другие виды мотыльков и по крайней мере некоторые жуки слышат звуки в двух диапазонах частот. В одном диапазоне они слышат звуки партнера, а в другом — воспринимают крики приближающихся летучих мышей. Когда насекомое принимает один или два звуковых сигнала высокочастотного диапазона, оно складывает крылья и камнем падает на землю, успевая спастись от летучей мыши, прежде чем станет ее жертвой.

В настоящее время подводные лодки и военно-воздушный флот оснащены подобными улавливающими устройствами, которые позволяют команде немедленно засечь момент, когда они входят в зону радиолокации. Если принять немедленные контрмеры, то зачастую можно обмануть оператора на удаленном радиолокаторе, и самолет или подводная лодка сможет беспрепятственно продолжать путь. Можно было бы создать соответствующую технику на основе изучения системы эхо-локации летучих мышей и системы защиты, применяемой насекомыми. Однако инженеры, работающие над улучшением защитных устройств, фактически игнорировали опыт животных, для которых подобные проблемы давно уже решены.

Летучие мыши — не единственные животные, умеющие ориентироваться в темноте при помощи эхо-сигналов. Некоторые виды мышей и землероек проявляют такое же умение на земле или особых приподнятых дорожках, на которых психологи проверяют способности животного ориентироваться в лабиринте. По-видимому, эти обитающие на земле животные тоже издают ультразвуковые крики и определяют свое местонахождение по направлению приходящих к ним эхо-сигналов. В диких малообжитых местностях эхо возникает, когда звук отражается от камней и стволов деревьев. Даже отсутствие эха — признак, по которому летучая мышь находит вход в пещеру или щель, — может иметь определенный смысл, если у животного плохое зрение или оно находится в условиях слабой освещенности.

Каждый, у кого в доме летают прирученные птицы, знает, что их очень легко поймать, когда в доме становится темно. На самом деле, до 1950 года никто и не подозревал, что птицы могут ориентироваться без помощи зрения. Конечно, речь идет не о сове. Тем не менее сейчас известны два вида птиц, которые вьют гнезда в полнейшей темноте и находят свои насесты с помощью отраженных колебаний собственных щелкающих звуков.

Самым большим из этих пернатых жителей пещер является так называемая масляная птица *Steatornis*, обитающая в подходящих для нее районах к востоку от Перу, в Венесуэле и до Гвианы, расположенной на севере Южной Америки, а также на острове Тринидад. Чтобы встретиться с этими необычными птицами, нам пришлось карабкаться по заросшей тропинке в горах Тринидада с портативной металлической лестницей на плечах, по которой можно забраться в пещеру и исследовать ее. Наши рюкзаки и карманы топорщились от фотовспышек, электрических фонарей и другого светового оборудования, необходимого для фотокамер, и поэтому мы очень боялись поскользнуться и упасть.

В этот день в своем дневнике мы записали следующее:

> «*Steatornis* были явно потревожены нашим вторжением в узкую, расположенную высоко в горах пещеру; они начали в испуге метаться, кружить, иногда направляясь к выходу, откуда проникал свет, но не долетали до него и возвращались назад; их пронзительные, резкие зловещие крики чуть не оглушили нас. Птицы эти удивительно похожи на ястребов; размах их крыльев — немного менее метра, они шоколадно-коричневого цвета с множеством крупных белых пятен; у них крепкий, чуть загнутый на конце клюв и красноватый отблеск в глазах, видный при свете фонаря. В пещере они летают, прекрасно ориентируясь, или же неподвижно сидят парами на почти отвесных скалах, как бы прилепившись к ним; гнезда их расположены очень высоко, среди выступов скал, на горизонтальных площадках. Как только мы гасили свет, оглушительный шум тут же прекращался, и можно было почувствовать легкий ветерок, когда воздух рассекали мягкие крылья пролетающих мимо птиц, и совершенно отчетливо уловить высокие беспорядочные щелкающие звуки».

Это и были зондирующие сигналы с частотой около 7000 колебаний в секунду.

Steatornis днем спят, а ночью в поисках пищи перелетают с дерева на дерево. Они заглатывают сливообразные плоды различных видов пальм, в том числе идущие для промышленного изготовления масел, но их твердые косточки выходят вместе с пометом. Вскоре эти семена прорастают в темноте пещеры, но погибают из-за отсутствия света. Мы находили семена пальмы даже высоко на стенах пещеры, в пустых глиняных гнездах; по их размерам и другим отличительным признакам можно было сказать, что они принадлежат многим видам местных пальм. Пища этих птиц настолько богата маслами, что и сами птицы и их птенцы очень жирны. Местные жители, которым керосин обходится слишком дорого, приходят с факелами в пещеры и вылавливают взрослых птиц и их птенцов; они вытапливают из них жир и используют его потом как горючее. Какая ирония: птицы, столь старательно избегающие света, должны давать масло, которое разгоняет тьму в доме человека.

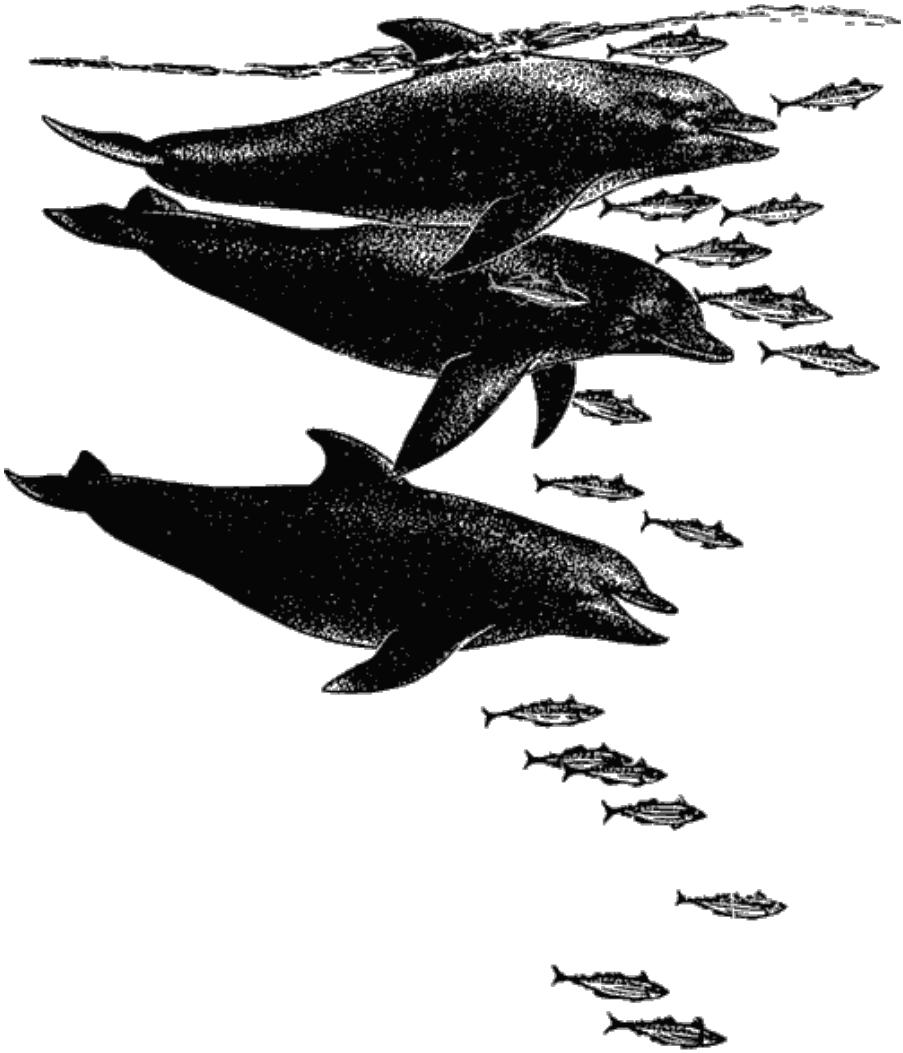
Похожие на ласточек саланганы *Callocalia*, обитающие в районе между Южной Индией и Австралией, тоже живут в пещерах и обладают способностью ориентироваться с помощью эхо-локации. Они строят гнезда глубоко в пещерах из собственной вязкой слюны; их гнезда известны как необходимый ингредиент для знаменитого супа. Днем эти птицы питаются летающими насекомыми, а ночью спят в тех уединенных местах, где летучие мыши проводят дневные часы. На рассвете и при заходе солнца *Callocalia* и летучие мыши меняются местами: одни ложатся спать, «отработавши ночную смену», а другие уступают им постель и улетают «на дневное дежурство». Однако эти птицы используют эхо-локационные крики в таком звуковом диапазоне, который воспринимается человеческим ухом; они издают в темноте щелкающие звуки с частотой 5–10 сигналов в секунду, которые весьма напоминают «звуки, издаваемые детской трещоткой при ее быстром вращении».

Эхо играет важную роль и в жизни водных животных. Зубатые киты и дельфины, которые настолько хорошо приспособлены к жизни в океане, что могут догнать и съесть любую рыбу или кальмара, общаются между собой с помощью ультразвукового свиста и слышимых нами звуков, подобных хрюканью. Кроме того, они весьма искусно определяют местонахождение и вид пищи путем эхо-локации, используя при этом те же приемы, до которых недавно додумался человек, изобретя так называемый софар (SOFAR — от Sound Fixing and Randing), то есть сонар и эхолот, который измеряет глубину воды с помощью эха.

Вода хорошо проводит звук. Она поглощает гораздо меньше энергии, чем воздух, если звуковые волны проходят одинаковое

расстояние в этих средах. Однако вряд ли ее можно считать идеальной средой для применения методов эхо-локации, хотя звуковые колебания распространяются в воде почти впятеро быстрее, чем в воздухе. Тон среднего *до* в воде имеет длину волны 60 метров, в воздухе — 13. Однако правило отражения относится и к звукам, распространяющимся в воде: отражательная поверхность препятствий для получения хорошего отражения должна в несколько раз превышать длину звуковой волны. Звук среднего *до* едва ли сможет вызвать эхо в воде, отразившись от какого-либо препятствия, меньшего по размеру, чем огромный лайнер «Куин Элизабет» или дно. Поэтому водные животные могут использовать эхо либо при определении очень больших предметов, либо применяя очень высокие звуки. Киты и дельфины используют сигналы ультразвукового диапазона, которые человек смог услышать совсем недавно, после изобретения соответствующей приемной аппаратуры.

У этих животных есть еще одна особенность — унаследованная. Киты и дельфины — млекопитающие. Их уши в одном похожи на человеческие — в них находятся маленькие косточки — система рычажков, превращающих колебания барабанных перепонок, вызванные воздушными волнами, в колебания жидкости внутреннего уха. Всего лишь 50 миллионов лет назад у предков этих животных были ноги, и на морских побережьях киты вели земноводный образ жизни, спасаясь в воде только тогда, когда им грозила опасность на берегу. Конечно, когда кит навсегда переселился в море и научился прекрасно нырять, уши, которые были необходимы ему на суше, оказались ненужными в воде.



На протяжении тысячелетий хвост кита горизонтально уплощался и наконец превратился в большой плавник, который помогает животному двигаться быстрее. Процесс эволюции затронул и уши кита. Вероятно, для защиты от подводного шума слуховые отверстия сузились до диаметра обыкновенного карандаша. Слуховые проходы закрылись восковыми пробками, в которых можно обнаружить годичные кольца, указывающие на возраст животного. Этот воск проводит звуковые колебания от воды к трем маленьким косточкам-рычагам в среднем ухе не хуже, чем наши открытые ушные проходы и барабанные перепонки.

В то же время у кита настолько увеличилась воздушная полость со слуховыми косточками, что окружила чувствительное

внутреннее ухо, тем самым в акустическом отношении изолировав его от тела. Почти все это пространство заполнила твердая пена, выполняющая двоякую роль. Эта пена защищает ухо кита от возрастающего давления воды, когда кит ныряет на глубину до 1 километра, где вода давит на ушные пробки с силой в 115 килограммов на квадратный сантиметр. В то же время пена является удивительно хорошим звукоизолятором между ухом и громадным телом кита, помогая ему воспринимать только звуковые колебания, поступающие через восковые пробки.

Все эти открытия последних лет, касающиеся важности эха для некоторых живых существ, показывают, как многому мог бы научиться человек от своих соседей — животных, если бы он проявлял больший интерес к их жизни. Еще в 1793 году итальянский ученый Лаззаро Спалланцани опубликовал результаты своих наблюдений, свидетельствующие о том, что летучие мыши должны слышать и издавать своеобразные ритмичные звуки, чтобы в темноте избежать столкновений с препятствиями. А в 1920 году англичанин Х. Хартридж выдвинул гипотезу о том, что для ориентации в темноте летучие мыши используют эхо. В период с 1920 по 1945 год только Соединенные Штаты израсходовали почти три миллиарда долларов на изучение проблемы эхо-локации; другие военные державы тоже потратили на исследование этой проблемы огромные суммы. Однако за все эти годы только три человека посвятили свое время, да и то не все, вопросу о том, как используют эхо летучие мыши; а ведь эти животные с успехом применяют эхо-сигналы в течение почти 50 миллионов лет. Двое из исследователей были аспирантами, а третий — голландский зоолог, которому очень мешала оккупация его страны немцами.

Теперь же, когда натуралист, биофизик и военный специалист объединили свои усилия, изучая возможности ультразвуковой эхо-локации, расширилась область применения ультразвука и в медицине. Если на поверхность кожи поместить вибрирующий кристалл, посылающий высокочастотные звуки, то он может служить источником для информационных эхо-сигналов от нормальных или патологически измененных внутренних органов, сообщая нам об их размерах и очертаниях. Новые диагностические приборы имеют определенные преимущества перед рентгеновской аппаратурой, так как не влияют на наследственность и не подвергают опасности детей, которые еще только будут зачаты.

Для прогресса в науке весьма характерно то, что новые вопросы возникают гораздо быстрее, чем находятся ответы на старые. Управляют ли эхо-сигналы миграциями летучих мышей

между Канадой и Центральной Америкой и странствиями кита, которые описал Герман Мелвилл в книге о знаменитом белом ките Моби Дике? Не удерживаются ли рыбы на определенной глубине в беспросветной ночи океанских пучин с помощью звуковых сигналов, отражающихся в виде эха от дна или поверхности воды?

Правильно оценивая перспективы каждого из этих новых открытий, мы тем самым закладываем основы для их дальнейшего практического применения, будь то помощь слепому в виде удобного приспособления или инженеру, который работает над проблемой уменьшения шума, что даст человеку возможность в нашу эпоху, когда народонаселение все увеличивается, оставаться наедине с самим собой.

Глава 8
Горячо или холодно?

Думая об опасностях, подстерегающих аквалангиста, мы прежде всего представляем себе хищных акул, зубастых барракуд, бесшумных осьминогов или стрекающие кораллы. Редко мы сознаем, что нам грозит гораздо более обыденная опасность — внезапное истощение сил, когда наше тело теряет слишком много тепла в холодной воде. Однако аквалангисты должны всегда помнить об этом и прибегать к особым мерам предосторожности, так как кожа быстро перестает информировать их о том, что они продолжают терять энергию. Часовые мастера предложили своего рода подводный будильник, который должен в определенный момент чуть-чуть встряхнуть запястье ныряльщика, так как легко забыть, что наше суждение о температуре определяется исключительно предшествующими ощущениями. Обычно мы воспринимаем разницу в температуре в течение очень короткого времени, когда входим в воду и только что смоченная кожа

сообщает о том, что океанские волны прохладны, а вода в ванне теплая. Мы быстро привыкаем к новой температуре окружающей среды.

Как правило, мы можем доверять кончикам пальцев, которые предупреждают нас, что кофе в чашке слишком горячо и его нельзя пить. Кожа пальцев является лучшей изоляцией, чем слизистая рта. Однако, после того как мы дотронулись до чего-то холодного или горячего, требуется некоторое время, чтобы поверхность пальцев восстановила свою нормальную чувствительность. Если мы хотим проверить, не слишком ли горячее или холодное молоко в бутылочке для кормления ребенка, мы прижимаем ее к внутренней поверхности предплечья, лишенной волосяного покрова, около самого локтя. В этом месте кожа достаточно чувствительна и реже всего соприкасается с какими-либо предметами. Подобным же образом мы узнаем, не поднялась ли у ребенка температура, когда дотрагиваемся тыльной поверхностью пальцев или основанием ладони до его лба.

У многих первобытных народов мать или знахарь искали другое доказательство здоровья. Ребенка или старика можно считать здоровыми, пока в голове у них водятся вши. Если у человека начинается жар, паразиты испытывают неудобства и избирают себе новую жертву. Подобным же образом они покидают своего кормильца, когда температура его тела падает на несколько градусов. По-видимому, вши и блохи имеют отличные внутренние термометры и пользуются ими, когда паразитируют на человеке или на теплокровных животных. Полагают, что распространение бубонной чумы происходит за счет быстрого расселения блох с больных крыс к здоровым крысам или человеку; так распространяется эпидемия этой смертельной болезни[12].

Одной из индивидуальных особенностей человека, благодаря которой кое-кто из нас почти невосприимчив к инфекциям, распространяемым внешними паразитами, является способность излучать различное количество тепла. Существуют люди, предрасположенные к укусам паразитов, которые привлекают к себе клещей, блох, комаров и других насекомых. Такой человек, излучающий внутреннее тепло, во время вечерней прогулки с товарищем будет привлекать целое облако комаров — отличительная черта, которую редко умеют ценить. Насекомые начинают кусать его, а жертва принимается бить их и своими ударами еще больше поднимает свою и без того высокую температуру кожи. Все больше и больше комаров слетаются к месту происшествия.

За все это время ни одно насекомое не побеспокоило «хладнокровного» спутника жертвы, и он, естественно, удивлен поднявшейся суетой. Он даже может не поверить, что вокруг летают комары, если ему не показать их раздавленные тельца. Такие люди вообще привлекают мало паразитов, даже когда гуляют одни. Но если их лихорадит или после непродолжительного бега у них значительно повысилась температура кожи, они тоже становятся предрасположенными к укусам паразитов.

По-видимому, Чарльз Дарвин был одним из таких теплокожих людей. В дневнике путешествия на корабле «Бигль» он записал, что 26 марта 1835 года в Южной Америке на него напали крупные кровососущие клопы *Triatoma*. Однако до 1959 года никто не отметил, что, возможно, существует связь между этим событием и длительной болезнью, которой страдал Дарвин по возвращении в Англию. Симптомы его заболевания полностью соответствуют картине хронической болезни Чагаса; ведь трипаносомы, вызывающие эту болезнь, как теперь установлено, попадают в организм при укусе такого клопа.

Очень соблазнительно спросить себя: а осталось ли бы у Дарвина время поразмыслить над личными наблюдениями или данными научной литературы, если бы он не был предрасположен к укусам паразитов, вернулся бы домой здоровым и продолжал вести активную жизнь в предместьях Лондона. Что дало Дарвину возможность систематизировать богатейший фактический материал в книге «Происхождение видов» и предложить миру идею естественного отбора? Мы не можем пожать плечами, заметив, что, если бы Дарвин не сделал этой работы, ее бы осуществил Альфред Рассел Уоллес, который тоже был близок к этому открытию. У Уоллеса также не хватало времени глубоко задуматься над силами, движущими эволюцию, пока в Тернате его не уложил в постель длительный приступ малярии, которой он заразился после укуса москита. Уоллес был тоже предрасположен к укусам паразитов!

Несмотря на многочисленные опровержения, которые дает нам история, почти все мы твердо убеждены, что дни болезни — это время, потраченное зря. И если уж мы не можем не быть теплокровными животными, предрасположенными к укусам паразитов, нельзя ли нам каким-либо образом защитить себя от неприятных укусов, а следовательно, сберечь время? Один такой способ открыли, подсчитав, сколько кусающихся мух село на человеческие манекены, подогреваемые изнутри. Эти манекены привлекают гораздо больше насекомых, если они одеты в черные или темные материалы, которые излучают много тепла. Особенно

привлекательны для насекомых блеклые цвета крепа и хлопчатобумажных тканей. Белые или светлые одежды, особенно блестящие (такие, как сатин или нейлон), излучают меньше тепловой энергии, поэтому значительно снижается вероятность нападения насекомых.

По-видимому, белая кожа или белый костюм, какой часто носят в тропиках европейцы, защищает их от комаров и многих других насекомых, которые обнаруживают свою жертву по излучаемому ею теплу. Однако белая кожа и белая одежда делают их заметной мишенью для других насекомых, таких, как слепни и оводы, которые высматривают себе жертву, или для жалящих насекомых, например ос. Панамские индейцы из провинции Дариен гораздо больше боятся стать видимой приманкой для этих насекомых, чем жертвой комаров. Они окрашивают свою светлую кожу в темный цвет, объясняя это тем, что тела их сливаются с полумраком джунглей и потому на них нападает меньше насекомых. Возможно, пока индейцы стоят в тени, их тела также охлаждаются благодаря большему излучению тепла через кожу, окрашенную в темный цвет.

Комары-самки находят теплую кожу с помощью двух антенн, чувствительных к теплу. Хотя рецепторные образования у малярийного комара *Anopheles* едва достигают 3 миллиметров, а у комара *Aedes*, переносящего желтую лихорадку, они еще короче, эти насекомые могут изменять направление полета до тех пор, пока обе антенны не начнут получать одинаковое количество излучаемого тепла. И тогда комары-самки летят прямо вперед, иногда, если это нужно, на много метров, пока не отыщут своей теплокровной жертвы. Комары-самцы, напротив, пьют только сок растений и погибают вскоре после спаривания.

По ночам через оконные стекла или перегородки проходит достаточно тепла, чтобы привлечь летающих снаружи комаров-самок. Иногда их вьется так много около щелочек в раме окна, что гудение крыльев слышно даже в комнате. Обычно эти насекомые проявляют такое упорство, что в конце концов даже через самую узкую щель проникают внутрь. Попав в комнату, где спят люди, комары тут же улавливают исходящее от человеческого тела тепло и идут в атаку.

Если самка комара повредит обе антенны и ее теплочувствительная поисковая система выйдет из строя, то самка сможет найти кровавую пищу лишь случайно. Такая же картина наблюдается и у «гигантских клопов» длиной 2,5 сантиметра; эти насекомые, живя в Южной и Центральной Америке, являются переносчиками болезни Чагаса. Однако такие огромные клопы могут обойтись и одной антенной. Они

поворачивают ее по направлению к стеклянной палочке, которая всего лишь на несколько градусов теплее окружающей среды, и летят к этой палочке, ориентируясь по разнице температуры между дальним и ближним концами антенны.

Комары со своей тонкой чувствительностью к теплу как бы «бросают вызов» инженерам-изобретателям, которые постоянно стараются уменьшить размеры и вес аппаратуры для космических кораблей и других устройств, стремясь «миниатюризовать» ее. Но единственным критерием, по которому мы определяем, откуда приходит тепло, является пропорциональное уменьшение его интенсивности при удалении от теплового источника. Каково же это критическое расстояние от одного конца тела комара до другого, не говоря уже о расстоянии между концами его антенн? Ни одна пара миниатюрных термометров, созданных человеком, не покажет разницы в получаемом ими тепле, если их поместить на таком близком расстоянии друг от друга.

Эта антенна является далеко не самой совершенной системой восприятия излучаемого тепла, которую мог бы имитировать человек. Куриный клещ длиной меньше миллиметра вообще без всяких антенн по меньшей мере так же точно определяет направление, откуда идет тепло. С наступлением темноты, когда домашняя птица усядется на насест, эти крошечные создания выползают из щелей курятника в поисках теплой крови. Перед рассветом, когда поет петух и куры начинают просыпаться, клещи уползают обратно в щели и прячутся там весь день. Вероятно, в противном случае куры сбросили бы их днем, принимая «пылевые» ванны. А может быть, они уползают лишь потому, что не выносят дневной температуры кожи птицы, которая повышается так же, как и у просыпающегося утром человека.

Переселение куриных клещей ночью на теплые объекты иногда может привести к несколько неожиданным результатам. В электрических часах, висевших на стене одного курятника, скопилось так много паразитов, что остановился часовой механизм. Но даже в таком виде часы излучали тепло. Перед рассветом, однако, клещи уползли, и часы снова пошли. Возможно, на них упал ранний луч солнца, повысил их температуру на несколько градусов и выгнал клещей. Владелец курятника отнес часы в мастерскую, но там ему сказали, что они исправны. Тем не менее каждую ночь часы отставали на несколько часов. Так как часовщики работают только днем, пришлось проявить много изобретательности, чтобы найти истинную причину этого явления.

Излучаемое тепло, на которое реагируют клещи и комары, представляет собой невидимый инфракрасный свет,

непосредственно следующий за красным в полном солнечном спектре. Очень много инфракрасных лучей испускает горячий утюг и совсем немного — теплокровное животное или моторчик работающих часов. Ночью можно осветить какие-нибудь объекты инфракрасными лучами, применяя специальную лампу с фильтром, задерживающим все лучи, на которые реагируют наши глаза. Но освещенные таким образом предметы можно увидеть только с помощью инфракрасных телескопов, таких, как «*snooperscope*» и «*sniperscope*», сконструированных первоначально для военных целей. Самое маленькое из известных нам приспособлений такого типа вместе с источником питания имеет вес и размеры обычного полевого бинокля. Более крупные устройства подобного рода вмонтированы в ракеты, такие, как «*Sidewinder*», которые предназначаются для поражения воздушных целей; они обнаруживают цель по более сильному инфракрасному излучению, исходящему от горячих двигателей и выхлопных газов. Инфракрасные телескопы применяются также в спутниках «глаз погоды», находящихся в сотнях километров от Земли, где с помощью инфракрасных солнечных лучей, отраженных от плотной земной атмосферы, они могут воспринимать своеобразные картины. С помощью волшебных телевизионных инфракрасных изображений, видеомагнитофонных пленок и коротковолновых радиосигналов эти картины могут быть переданы обратно на Землю; таким образом расширятся границы наших органов чувств в новых измерениях.

Уже после того, как были изобретены чувствительные к излучаемому теплу устройства, биологи обнаружили, что в течение миллионов лет гремучие и другие ямкоголовые змеи пользуются весьма сходными приемами при отыскании добычи в темноте. У них по обе стороны головы, между носом и глазами, имеются два конических углубления, обрамленных по краям особыми клетками, чувствительными к излучаемому теплу (инфракрасным лучам). Так как энергия такого типа, подобно свету, распространяется прямолинейно, эти чувствительные органы получают тепловую радиацию, идущую только по определенным направлениям. Если бы это были глаза, то мы могли бы говорить об их поле зрения, заметив, кстати, что змеи обладают бинокулярным зрением. Но поскольку это ямочные органы, то в лучшем случае мы можем описать их поля чувствительности как частично перекрывающиеся на строго определенном расстоянии от змеи, прямо перед ее головой. Оказывается, это как раз то предельное расстояние, на котором может поразить свою жертву змея, занимающая самую выгодную

позицию — когда она лежит, свернувшись кольцом.

В поисках добычи змея медленно ползет и обследует землю и низкие кусты, стараясь уловить все, что теплее или холоднее окружающей среды. Температурная разница всего лишь в 0,0018 °C уже заставляет змею насторожиться. Затем она бесшумно приближается к живому объекту, будь то лягушка, охлажденная за счет испарения влаги с кожи, или спящая птица, или даже человек в спальном мешке. Используя свои перекрывающиеся конические поля тепловой чувствительности, змея может определить, когда именно она приблизится к животному на расстояние, достаточное, чтобы поразить его; она может также много узнать о позе и размерах возможной жертвы.

Казалось бы, вряд ли змеи могут напасть на животных, слишком больших по размерам, чтобы служить им пищей. Конечно, чувствительные углубления на голове гадюк дают им возможность атаковать ногу проходящего мимо человека или любую часть тела теплокровного животного, которая оказывается в непосредственной близости от них. Один из таких редких для Соединенных Штатов несчастных случаев произошел несколько лет назад в Новой Англии. В темноте змея укусила девочку, которая была слишком смущена, чтобы сказать об этом кому-нибудь. Девочка отошла от костра, чтобы «удовлетворить естественную потребность», и в это время змея внезапно укусила ее в теплое мягкое место, где вряд ли можно было наложить жгут. Однако нужно было обложить рану льдом, пока пострадавшую не доставят к компетентному врачу; тогда наверняка удалось бы спасти ее жизнь. При своевременном оказании медицинской помощи шансы на спасение столь велики, что ежегодно в англо-американских странах насчитывается меньше погибших от укусов змей, чем убитых молнией во время игры в гольф! Однако мы являемся до такой степени «дневными существами», что смертельно боимся любой змеи, которая может обнаружить нас и в кромешной тьме.

Наши собственные чувствительные органы далеко не так хорошо реагируют на холод и тепло, как терморецепторы на голове змеи. Человек обладает рецепторами двоякого рода. Около 150 000 из них сообщают нам о потере тепла при соприкосновении с холодными предметами и примерно 16 000 — о получении тепла от горячих. Нервные окончания, чувствительные к потере тепла, находятся главным образом на глубине 0,5 миллиметра от поверхности кожи; почти две трети их связаны с отверстиями потовых желез. Рецепторы, чувствительные к притоку тепла, расположены глубже, они в какой-то степени изолированы от внешних колебаний температуры; эти рецепторы

реагируют медленнее, чем холодовые. Если мы повредим эту изоляцию и прикоснемся чем-нибудь горячим к поврежденному участку кожи, то сразу же почувствуем острую обжигающую боль, тогда как прикосновение к неповрежденной коже было бы вполне терпимым.

Большая часть тепловых рецепторов находится в коже кончиков пальцев, носа и на сгибе локтя. Холодовые рецепторы в основном расположены в коже верхней губы, носа, подбородка, груди, лба и пальцев. Любопытно, что в глазах нет ни тепловых, ни холодовых рецепторов; это единственная часть тела, не чувствительная ни к теплу, ни к холоду.

Самой чувствительной к теплу системой нашего организма является своеобразный термостат, расположенный в гипоталамусе, рядом с гипофизом и местом разветвления главной артерии, несущей кровь от сердца к мозгу. Независимо от того, какая часть тела теряет или получает тепло, это изменение тут же ощущается. Даже выпитая чашка горячего чая или стакан холодной воды изменяют температуру крови, омывающей этот теплочувствительный центр, тогда как поставленный под язык клинический термометр может не показать разницы температуры. Только особо чувствительный термометр, осторожно приложенный к барабанной перепонке, зарегистрирует эти изменения, но не раньше, чем мозг начнет реагировать на них, регулируя работу механизмов теплопродукции и теплоотдачи.

Наши знания о температуре тела обычно ограничиваются информацией, которую мы получаем от клинического термометра: норма 36,6–37 °С. Однако в среднем температура кожной поверхности близка к 27,2°. Кожа голого индейца находится в тепловом равновесии с окружающей средой, пока температура воздуха не падает ниже 26,7°. Обычно мы одеваемся теплее или, напротив, меняем одежду на более легкую, для того чтобы поддерживать температуру защищенной поверхности кожи на уровне чуть выше 27,2°. При этом мы учитываем, что непокрытые одеждой лицо и руки теряют больше тепла (а значит, и имеют более низкую температуру кожи).

Постоянство температуры тела — это для нас нечто само собой разумеющееся, и мы почти не замечаем, сколько энергии расходуем на то, чтобы не терять сил в холодную погоду или избежать перегрева в жару. Если появляются признаки падения температуры крови, организм увеличивает свою теплопродукцию; при этом только у млекопитающих и птиц повышается работа желез и мышечное напряжение до такой степени, что они начинают дрожать. Когда же телу угрожает повышение температуры крови, то есть теплопродукция превышает

теплоотдачу, лишь теплокровные животные начинают потеть или усиленно и часто дышать, охлаждая свой организм за счет испарения воды.

Из-за неспособности поддерживать температуру тела на постоянном уровне при изменениях температуры окружающей среды холоднокровные животные вынуждены встать на путь компромисса. Они могут в полную силу наслаждаться жизнью только при такой теплой погоде, когда скорость биохимических реакций в их организме достаточно высока. Жаркая погода, от которой они никуда не могут укрыться, для них смертельна.

Холоднокровные животные часто ведут себя в воде таким образом, будто они могут судить о ее температуре. Водяная блоха *Daphnia*, которая плавает в верхних слоях большинства пресноводных водоемов мира, как бы танцуя и прыгая при помощи своей длинной антенны, может прожить почти $3^1/_2$ месяца в холодной воде при температуре 7,8°. В теплой воде при 27,2° она погибает примерно вчетверо быстрее. При обеих этих температурах произведение частоты ударов ее сердца на продолжительность жизни почти одинаково. Но в холодной воде *Daphnia* не может давать потомство. При температуре 27,2° только что созревшие особи начинают усиленно размножаться, производя каждые четыре дня почти по 50 маленьких блошек, пока не появится потомство в 6 поколений. При этой температуре *Daphnia* начинает искать более холодную воду, то есть опускается глубже. Ей не надо измерять температуру воды в водоеме. Общий уровень ее жизнедеятельности обусловлен температурой, так как при повышении ее ускоряется и большинство химических реакций *Daphnia*.

Но почему животное является холоднокровным: потому ли, что его нервная система не способна различать тепло и холод, или потому, что оно не может изменять температуру своего тела в надлежащем диапазоне?

Чувствует ли рыба тепло или холод? Недавно в Гарвардском университете несколько золотых рыбок ответили на этот вопрос. В аквариуме, где они жили, был установлен рычаг. Стоило нажать на него, как в аквариум в течение одной секунды текла струйка холодной воды, понижавшая температуру примерно на 0,3°. После того как рыбок ознакомили со значением этого рычага и немного потренировали, они стали просовывать свои головы через отверстие в плексигласовой перегородке, доставать до рычага и нажимать на него, как только вода нагревалась до 33°. Отдельные золотые рыбки отличались от других; нажимая на рычаг, они поддерживали температуру своего водного мира между 35 и 38°, то есть на уровне гораздо более низком, чем 41°

— температура, при которой они быстро погибали. Натренированные рыбки, выпущенные в воду при 41°, начинали неистово работать, спасая себя от тепловой смерти. Они непрерывно нажимали на рычаг до тех пор, пока температура окружающей среды не падала до 35–38°, как будто она была самой подходящей для них. По-видимому, холоднокровной рыбе нужно лишь одно — сделать жизненные условия подходящими для себя: у нее есть собственный внутренний термометр.

Создается впечатление, что наземные животные гораздо быстрее водных могут отыскать необходимое им тепло. Днем муравьи помещают яйца и личинок под доски или плоские камни, нагретые солнцем, где они развиваются быстрее, чем в холодных помещениях глубоко под землей. Медведи обнаруживают муравьев, когда сдвигают эти предметы. Ночные охотники, такие, как скунсы и еноты, имеют меньше возможностей полакомиться муравьями таким же образом, поскольку эти насекомые с заходом солнца уносят своих подопечных вниз и не возвращаются оттуда вплоть до середины следующего утра.

Обеспечивая своему потомству помещения с температурными условиями, необходимыми для его нормального развития, некоторые насекомые идут гораздо дальше простого «приспособленчества». В пустынных и полупустынных горных районах Австралии, Азии, Африки, Южной и центральной Америки термиты строят твердые, как цемент, гнезда над землей, где солнечное тепло может ускорить процесс развития находящихся внутри насекомых. В то же время эти тонкокожие существа с неяркой окраской хорошо защищены от чрезмерного сухого воздуха. Некоторые из их сооружений насчитывают свыше 3,5 метра в диаметре и 6 метров в высоту. Гнезда термитов в северной Австралии известны тем, что имеют форму тонкого крыла, плоскости которого обращены точно к востоку и западу. Вероятно, эти сооружения поглощают меньше солнечного тепла в полдень, но увеличивают продолжительность теплового дня для находящихся в них личинок, собирая излучаемое тепло от восхода солнца и до самого его захода.

Человек в своих попытках создать искусственный климат преуспел несколько больше, чем муравьи и термиты. Однако наши друзья — медоносные пчелы, руководствуясь скрытым где-то внутри них чувством температуры, ухитряются очень простым путем нагревать и охлаждать улей. В жаркие дни почти все рабочие пчелы покидают улей и отдыхают в тени возле него, чтобы своим присутствием не поднимать еще выше температуру в улье, где находятся недавно родившиеся пчелки и запасы меда. Некоторые пчелы располагаются около летка и, непрерывно

работая крыльями, как веерами, гонят воздух внутрь улья. Другие пчелы приносят воду и отрыгивают ее на верхние части сотов. Стекая по вертикальной поверхности, вода испаряется и способствует охлаждению улья. Зимой, наоборот, пчелы собираются на сотах в клубок. Энергичными движениями тел они вырабатывают тепло. Для продолжения этой мышечной работы им приходится частенько наведываться на свои медовые склады, чтобы получить новые порции пищи, обеспечивающие их энергией.

Когда начинаешь размышлять обо всем этом, уже не можешь быть уверенным, что правильно понимаешь, какое значение имеют для пчел медовые запасы. Насколько важными являются также запасы концентрированного нектара в те месяцы, когда вскармливаются новые поколения пчел? Период созревания их совпадает с тем временем года, когда распустившиеся цветы в полях полны нектара. Для того чтобы прокормить подрастающее поколение в ненастную погоду — в дождь и туман, когда рабочие пчелы вынуждены отсиживаться в улье, достаточно было бы весьма незначительного количества меда. Большая часть запасов меда или какого-то его дешевого заменителя, которым пчеловод дополняет наполненные соты после сбора урожая, используется пчелами как источник питания во время усиленной зимней работы, для того чтобы поддерживать температуру в улье выше 18°, даже когда на улице мороз доходит до –40°. Стоило ли человеку разводить пчел, а Вергилию воспевать их неустанный труд, если бы они первыми не научились искусственным образом поддерживать тепло в своих зимних квартирах, руководствуясь при этом температурным чувством?

Улей играет двойную роль — он служит пчелам и домом для колонии, и питомником, где воспитывается потомство матки. Этим он весьма существенно отличается от птичьего гнезда, которое представляет собой только инкубатор, используемый потом как колыбель. Птицы-родители не прилетают «домой» в гнездо, чтобы поспать там или спрятаться от дождя, если в нем нет птенцов, о которых нужно заботиться. Фактически только немногие птицы выработали «поточные» методы для производства потомства, которые отдаленно напоминают систему, применяемую в пчелином улье. Эти птицы эффективно используют подобные методы отчасти потому, что вылупившиеся из яйца птенцы не требуют никакой заботы, а отчасти потому, что клюв самца превратился в необычайно чувствительный термометр.

Эти удивительные способности проявляют мегаподы, обитающие в Австралии и Новой Гвинее. Некоторые из этих

большеногов, величиной с индейку, известны как кустарниковые индейки, сорные и джунглевые куры. Самки таких птиц по большей части откладывают 200-граммовые яйца каждые четыре дня на протяжении почти пяти месяцев в году, а это уже большое достижение для птицы, которая сама весит лишь менее полутора килограммов. Она слишком занята своим питанием и откладыванием яиц, чтобы тратить время на их высиживание. Ее супруг тоже не смог бы управиться с таким количеством яиц (почти 40 штук), если бы он не стал «специалистом» в области инкубаторского дела.

В начале брачного периода и самец и самка мегаподы вместе строят большой земляной холм диаметром в пятнадцать и высотой в пять-шесть метров. Или самец может делать эту работу один, зачастую восстанавливая старый прошлогодний холм. На вершине каждого построенного холмика самец роет большую ямку и, бросив туда сырую траву, засыпает ее песком. Она начинает гнить, а при этом выделяется тепло и нагревается песок. Каким-то образом птице удается положить в гнездо именно такое количество травы, которое обеспечивает на глубине нескольких сантиметров температуру, близкую к 33°. В этот теплый песок под постоянным наблюдением самца самка откладывает яйца.

Несколько раз в день самец опускает клюв в песок около яиц и, по-видимому, измеряет его температуру. Если он оказывается слишком холодным, то петух приносит еще песку и добавляет новый слой изоляции. Если же температура песка слишком высокая, петух проделывает в нем дырочки, добираясь до гниющей травы. Рано-рано утром самец может сбросить поверхностный слой песка вниз по склону холма, где он охладится при соприкосновении с землей, а затем поднять его снова наверх, к гнезду, чтобы остудить песок, покрывающий яйца.

Мы думаем, что поведение птиц обусловлено почти исключительно инстинктами — готовыми ответами, которые наследует каждое новое поколение. Как же инстинктивное поведение самца мегапод может быть настолько приспособлено к условиям внешней среды? Не является ли это результатом постепенной адаптации, начавшейся с тропических птиц, которые просто покрывали свои яйца сырыми листьями для маскировки их от врагов, когда уходили в поисках пищи далеко от гнезда? Но какой бы ни была история эволюции, мегаподы удивительно хорошо используют местные условия. В некоторых областях, где почва нагревается от горячих источников или недавних вулканических извержений, мегаподы, используя этот естественный инкубатор, постоянно контролируют потерю тепла почвой, обеспечивая температуру, при которой их яйца

нормально развиваются, — приблизительно 33°.

Эта температура, должно быть, является для мегапод в какой-то мере магической, так как они получают ее и в самых холодных местах своего обитания, и в тропиках. Более того, она с точностью до одного градуса соответствует температуре, которую поддерживают в гнездах многие виды диких американских птиц. Ученые установили эти факты, используя очень чувствительные металлические термометры (термопары), которые они вставляли в яйца в период инкубации. Когда дрозд покидал гнездо ветреным весенним днем, температура яиц в некоторых случаях понижалась до 6,5°. Затем птица возвращалась, снова садилась на яйца, распушив перья, и зародыш продолжал развиваться.

На температуру яиц влияет не только присутствие родителей. Прямые солнечные лучи или сильный ветер проникают через плотные стенки гнезда и на много градусов поднимают или понижают уровень тепла внутри яйца. Имеет значение даже место, которое занимает в гнезде яйцо. Одна дикая утка проявляла исключительную заботу о своих восемнадцати яичках. Термопара, помещенная в яйцо, находящееся в центре кучки, показывала температуру более 32°, тогда как температура яиц, расположенных с краю, колебалась между 15,5 и 21°. Все это показывает, насколько важно для птицы так перекладывать высиживаемые яйца, чтобы в течение нескольких дней появились на свет все цыплята.

Мы можем заметить удивительное соответствие реакций животных и человека на изменение температуры внешней среды. Большинство людей, так же как и самцы мегапод, изо всех сил стараются приспособиться к местным условиям жизни и к переменам погоды. Конечно, они не делают дырочек в песке, добираясь до гниющих растений, и не сбрасывают песок с земляного холмика над гнездом, но зато в жару прячутся в тени деревьев, опускают навесы и тенты, а после каждой холодной ночи закрывают окна или пользуются установками для кондиционирования воздуха. С наступлением холодов человек не засыпает дом землей для дополнительной изоляции, а вставляет зимние рамы и включает электрический обогреватель.

Те, кто не очень привязан к определенному месту жительства, подобно канадским гусям, с наступлением неприятной холодной погоды движутся на юг, во Флориду или Калифорнию. Некоторые из них весной торопятся снова на север, хотя мало кто проявляет такое упорство, как гуси, которые постепенно перемещаются за зоной таяния снега до самой Арктики, располагаясь вдоль северной границы изотермы 1,7° на протяжении трех тысяч километров.

Люди, живущие в областях континентального климата средней полосы, часто забывают, что в мире есть несколько мест, где круглый год держится идеальная температура. Многие животные, по-видимому, с успехом используют преимущества подобного рода. В 1939 году профессор Отто Ран опубликовал собранные им статистические данные: в тропиках живут 2076 видов млекопитающих и 2785 видов рептилий, тогда как к северу и югу от тропиков, в областях с переменной температурой, обитает 948 видов млекопитающих и 335 видов рептилий. В основном эти различия обусловлены тем, что в тропиках процесс эволюции идет быстрее, чем в областях с более холодным климатом, и отчасти тем, что в тропических странах ежегодно появляется большее количество новых поколений. Только немногие из этих видов млекопитающих и рептилий живут в каком-то определенном месте, которое они сами выбрали, ознакомившись со всем диапазоном температур в различных районах и выяснив, что здесь они быстрее всего размножаются.

Благодаря большому жизненному опыту моряки имеют гораздо больше возможностей выбирать место жительства. Не случайно восставшие на борту «Баунти» матросы, обменяв своего командира, адмирала Вильяма Блая, на лодку с дамами, жительницами тропических островов, обосновались на острове Питкэрн. Он расположен почти на таком же расстоянии к югу от экватора, как Майами — к северу. Точно так же Герман Мелвилл, Роберт Луис Стивенсон и Поль Гоген имели полную свободу выбора. Они выбрали тропические райские места и стали их прославлять.

До сих пор никому не удалось превзойти животных еще в одном виде реакций на большие изменения температуры. Тем не менее все более важным становится вопрос: сумеем ли мы научить человека впадать в состояние спячки, как это каждый год происходит с сурками и различными летучими мышами? Из такого положения стоило бы извлечь реальную выгоду. Мировым запасом пищи можно было бы достаточно хорошо обеспечить двенадцать миллиардов человек, если бы каждый из них четыре месяца в году бодрствовал и вел активный образ жизни, производя продукты питания и наслаждаясь ими, а остальные восемь месяцев находился в состоянии спячки при пониженной температуре, лишь очень медленно используя запасы пищи, накопленные для такой формы существования.

Инженеры, конструирующие межпланетные космические корабли, еще больше заинтересованы в том, чтобы космонавты в ракете хотя бы часть пути находились в состоянии спячки при пониженной температуре. При этом значительно упростились бы

экономические и хозяйственно-организационные проблемы, так как потребовалось бы меньше кислорода, пищи и воды, легче было бы решить задачи поглощения углекислоты, удаления отходов, поддержания относительно постоянной температуры на борту корабля, а также развлечения экипажа. Более того, у космонавтов может появиться временный иммунитет к вредной радиации, какой наблюдается у животных в состоянии спячки. Подвергнувшись обработке, спасающей их жизнь от радиационной опасности, космонавты в кабине с охлажденным воздухом смогут пройти сквозь пояса опасного излучения оставаясь в этом состоянии до более подходящего момента, то есть до приземления в каком-то месте.

В разработке этой проблемы уже достигнуты большие успехи. Больных, которые не переносят обычных наркотиков, можно подготовить к хирургической операции путем осторожного, но быстрого охлаждения всего организма. При этом исчезают всякие ощущения и понижается скорость кровотока. Когда пациентов столь же осторожно согревают снова, у них не возникает никаких осложнений, и никто из них не может вспомнить, что с ним было.

Когда человека охлаждают до температуры ниже 34,5°, у него пропадает зрение и слух. При температуре ниже 29,5° прекращает работу механизм терморегуляции, который должен был бы повышать температуру тела, и больной оказывается целиком во власти врачей. Зрачки расширяются, всякие ощущения исчезают; частота пульса падает от нормальных 70–75 ударов в минуту до 40, кровяное давление снижается и становится постоянным. Около 26,5° исчезают также и дыхательные движения. Хирургические операции обычно проводят при еще более низкой температуре — 25°. Аппарат искусственного дыхания работает в таком режиме, что примерно 30 раз в минуту наполняет легкие чистым кислородом и снова опустошает их. Когда хирурги заканчивают операцию, температуру тела больного постепенно повышают и возвращают к нормальному уровню. При 26,5° снова появляются дыхательные импульсы, а при 30° восстанавливается пульс и повышается кровяное давление, которое уже можно измерять. При 32° начинает работать терморегуляция, а когда температура достигает 34,5°, возвращаются зрение и слух.

Собак удавалось охладить еще больше. При температуре около 10° у них останавливается сердце. Однако, применяя искусственное кровообращение, обнаружили, что потребность в кислороде оказалась очень незначительной. При 4° невозможно было уловить разницы в содержании кислорода в артериальной и, венозной крови. Напротив, находящиеся в спячке животные продолжают потреблять кислород, пока температура их тела не

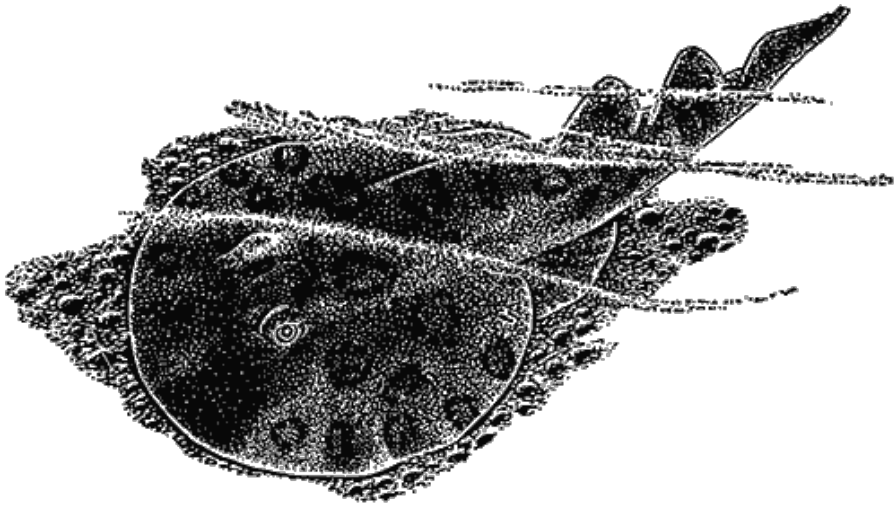
достигнет точки замерзания. Работа сердца у них значительно замедляется, и дыхание становится редким. Более того, при любой температуре выше точки замерзания они могут проснуться сами. Стоит им в 50 раз увеличить теплопродукцию, как температура их тела за три часа поднимется до 12°. Любопытно, что жир животных, впадающих в спячку, обладает особым свойством: он остается жидким при очень низких температурах, тогда как жир человека застывает уже при 7°.

До тех пор пока космонавты не смогут впадать в состояние гибернации в особой кабине с автоматическим оборудованием, которое с гарантией обеспечило бы им возвращение к нормальной температуре, стоимость затрат при запуске космонавтов в охлажденном состоянии будет значительно превышать любой выигрыш, полученный в результате такого запуска. Но даже и тогда могут возникнуть осложнения, которых мы пока не представляем себе. Одним из таких осложнений может быть появление у человека своеобразных пигментных пятен, вроде тех, что мы наблюдаем у домашних кроликов гималайской породы. До тех пор пока эти кролики содержатся при температуре выше 27°, шерсть их остается совершенно белой. При значительном понижении температуры на кончиках ушей, лап, носа и по краям седловидной области на спине появляются характерные черные пигментные пятна.

Различия между совершенно белыми и пигментированными кроликами полностью объясняются разной температурой кожи во время образования пигмента и волос. Обычная скорость кровотока оказывается недостаточной, чтобы согреть эти области тела до такой температуры, которая тормозит образование черного пигмента. Можно получить подобные результаты, если приложить кусочки льда к коже кролика до появления на ней новых волос.

Волосы на голове и лице человека растут все время. Кто знает, что произошло бы с волосами космонавта, который в течение нескольких недель находился в состоянии гибернации? Биологи уже интересовались вопросом, почему человеку от рождения присущ определенный цвет волос и у него не бывает участков кожи, покрытых волосами контрастирующих цветов, как у морских свинок и коров. Возможно, холодовое воздействие вызовет к жизни такие типы людей. Подобный вид пигментации может оказаться полезным для личной маскировки в экзотическом мире какой-то далекой планеты.

Глава 9
Шоковая информация



С тех пор как человек приобрел способность что-либо чувствовать, он узнал, что при сильном ударе по глазу возникает ощущение света и боли. Даже удар по голове может оказаться достаточным механическим раздражением для того, чтобы у нас «искры из глаз посыпались». Однако до конца 20-х годов прошлого столетия этому явлению не было дано никакого научного объяснения. Именно тогда выдающийся немецкий физиолог Иоганнес Мюллер в возрасте чуть более двадцати лет неожиданно понял, что назначение нерва определяет смысл передаваемой по нему информации. Та часть мозга, к которой подходит от глаза оптический нерв, может воспринимать пришедшие сигналы только в виде зрительных ощущений, хотя особенно сильные возбуждения могут распространяться и на другие области мозга, вызывая ощущение боли.

Нервные сигналы, приходящие от глаза, носа и других частей тела, являются однотипными. Они представляют собой электрохимические изменения, которые пробегают по нерву с большой скоростью (свыше 120 метров в секунду) в виде дискретных импульсов продолжительностью около 0,0001 секунды. Если раздражитель сильный, импульсы могут следовать один за другим каждую тысячную долю секунды. Или нерв может передавать их с большими интервалами, часто в виде вспышек активности, что дает мозгу дополнительную информацию,

записанную в простом коде.

Хотя нервный импульс — это не электрический ток (и он не распространяется со скоростью света — 300 000 километров в секунду), после электрического раздражения все нейроны начинают генерировать импульсы. Уже в 1943 году стало ясно, что при раздражении различных участков кожи человека одинаковыми высоковольтными электрическими импульсами в мозгу возникают ощущения тепла, холода, боли, давления и прикосновения в зависимости от того, на какие нервные окончания оказывали воздействие. Эти же раздражители, приложенные к языку, создают дополнительные ощущения горечи, солености, кислоты или сладости в зависимости от возбуждения определенных рецепторных систем.

Мы действительно не можем ощущать электричество. Ни один из наших органов чувств не приспособлен для «настораживания» нашего мозга, когда мы получаем раздражения такого рода. Напротив, каждый анализатор проявляет особую чувствительность к каким-то «своим» сигналам. Что касается типа этих сигналов, то его определяет наш мозг, который расшифровывает информацию, приходящую к нему по нервам, связанным с определенным органом чувств. Сами по себе все эти нервные посылки однотипны и похожи на те, которые мозг передает мышцам, когда мы хотим совершить произвольное движение. Они совершенно непричастны к ощущениям покалывания или внезапной судорожной боли, которые мы чувствуем при сильном сокращении мышц в ответ на раздражение их электрическим током. Нормальные нервные импульсы вызывают активность мышц при гораздо меньшей затрате энергии, и при этом управление ими осуществляется лучше.

Недавно в Германии один нюрнбергский часовой мастер удачно использовал способность человека спокойно переносить электрические раздражения. Он предложил продавать электрические будильники для глухих. Силу электрического импульса, воспроизводимого в назначенное время, мог регулировать сам засыпающий человек.

В настоящее время автомобилистам предлагаются подобные «ударные» приспособления, которые, возможно, избавят их от штрафа, так как повысят эффективность новых приборов, улавливающих сигналы радиолокатора. Такой прибор, который предупреждает водителя, превышающего дозволенную скорость, о том, что он попал в зону радиолокационного контроля, установленного на шоссе полицией, часто не может вовремя привлечь внимание шофера. Дело не только в том, что организм

человека нечувствителен к самим сигналам радиолокатора, он также может не обратить внимания и на слышимые звуки, если они примешиваются к разговору в машине или передаче по радио. Стоит водителю нажать на тормозную педаль чуть позже положенного срока, как радиолокатор зафиксирует это и передаст по радио разъезжающему в машине автоинспектору, чтобы он вручил повестку в суд нарушителю правил уличного движения. Если провинившийся водитель получит более сильные сигналы, например импульсы электрического тока, то он, вероятнее всего, снизит скорость машины до дозволенной, прежде чем попасть в зону, контролируемую радиолокатором.

Отсутствие у человека специальных органов, чувствительных к току, соответствует нашей общей невосприимчивости к тем электрическим импульсам, которые производит каждая работающая железа и любая сокращающаяся мышца. Количество этого электричества слишком незначительно, чтобы повлиять на находящийся поблизости нерв. Тем не менее если на открытое работающее сердце положить нерв, ведущий к мышце ноги, то нога начнет дергаться в ритме сердечных сокращений. Сердце человека вырабатывает достаточное количество электрического тока, чтобы вызвать ритмические изменения потенциала от 0,002 до 0,01 вольта, которые можно обнаружить на поверхности груди человека. Эти изменения могут быть усилены и записаны в виде электрокардиограммы, по которой кардиолог может судить, насколько нормально работает сердце. Очень слабые электрические токи, возникающие при работе мозга, известны как мозговые волны; их можно также уловить на коже головы и, значительно усилив, зарегистрировать в виде электроэнцефалограммы. Это очень важно при определении нарушений работы мозга, и недавно такие токи начали использовать, чтобы узнать, проникают ли в мозг глухонемого ребенка сигналы инструкции и воспринимает ли он их.

Небольшие количества электричества, генерируемые активными клетками, обычно не приводят к какому-либо известному эффекту. Тем не менее если вызвать электрические изменения в среде, где обитает множество отличных от человека живых организмов (от одноклеточных до рыб), то эти изменения вызовут определенные реакции. Уже почти пятьдесят лет науке известно, что крошечная туфелька, микроскопическое животное *Paramecium*, может определять направление электрического тока, проявляя при этом чувствительность, которой не обладает человек. Здесь, в микроскопической клетке, заложено чувство, которое имеет необыкновенно широкую область применения. В капле воды из пруда, к которой от полюсов батареи с двух сторон

подводили проволочки, наблюдали за бесчисленными парамециями. Они всегда плыли по направлению к отрицательному полюсу. Хотя это удивительное чувство, по-видимому, совершенно не нужно одноклеточному организму, человек увидел в нем принцип, который он мог бы применить к направленному разведению животных.

Мужские половые клетки млекопитающих реагируют на постоянный электрический ток следующим образом: сперма, порождающая самцов, движется в одном направлении, а порождающая самок — в противоположном. Это различие было использовано в экспериментальных и коммерческих целях при искусственном осеменении, когда животноводы хотели, чтобы в их стадах или гуртах появился молодняк одного пола. Такой метод далек от совершенства, однако он значительно лучше, чем случайное скрещивание.

Гораздо более разумное применение получило электричество при разделении рыб, чувствительность которых от вида к виду значительно варьирует. Форель и осетровые, подобно многим другим ценным промысловым рыбам, искусно избегают пульсирующих электромагнитных полей, которые образуются в реке от свисающих вниз проводов. V-образное заграждение такого рода заставляет рыб, идущих против течения, отклоняться от курса и приводит их в специальный проверочный загон, расположенный в нижней точке V. Там ненужную рыбу удаляют, а остальную пропускают дальше. А вот бесчелюстные миноги во время своих миграций против течения, по-видимому, гораздо менее чувствительны к этому барьеру; они часто натыкаются на него и погибают от удара электрическим током.

В течение 1956 года США и Канада вложили почти три миллиона долларов в строительство таких электрических заграждений на реках, впадающих в озера Верхнее, Гурон и Мичиган; это строительство преследовало цель задержать идущих на нерест паразитических миног и, следовательно, уменьшить количество этих пожирателей рыб в верхних Великих Озерах. Пользу от такого рода мер можно ожидать после 1963 года. До этого времени молодые миноги, развившиеся из икры, которая еще в «добарьерный» период была отложена их родителями, будут каждую весну и осень беспрепятственно спускаться вниз по реке и нападать на любую крупную рыбу, которую они могут встретить в верхних Великих Озерах.

В период с 1956 по 1958 год было сделано несколько удивительных открытий, связанных с поведением пресноводных миног. Почему эти виды настолько нечувствительны к электрическим барьерам, что натыкаются на них, тогда как почти

такие же морские миноги находят добычу подобно радару, используя как подводный радиолокатор свою чувствительность к электричеству? Морские миноги всегда приходят в возбуждение от одного присутствия в воде минимального количества химических веществ, выделяемых рыбами, которыми они питаются. Но только одной химической чувствительности недостаточно для захвата добычи, если, конечно, миноги не наткнутся на нее случайно. Их глаза настолько атрофированы, что они уже не могут приносить какую-либо пользу в данном случае. Вместо этого любая морская минога в возбужденном состоянии излучает короткие электрические импульсы («спайковые потенциалы»). Каждый такой импульс представляет собой электрический ток, который из одной части тела миноги через воду попадает в другую. По-видимому, минога воспринимает любые изменения, которые претерпевает посланный ею импульс. Обычно такое изменение означает, что не далее чем сантиметрах в десяти от головы миноги находится какой-то объект, отличающийся по своей электрической проводимости от воды. Часто этот объект оказывается рыбой, к которой минога тут же присасывается бесчелюстным ртом и начинает «просверливать» отверстие, добираясь до питательной крови и соков.

Если чувствительность миног к электричеству действительно так тесно связана с поисками добычи, то тем самым легче объяснить, почему они натыкаются на электрические барьеры. Как морские, так и пресноводные миноги в Великих Озерах, достигнув зрелости, перестают питаться. Они направляются в верховья рек, где проводят свой «брачный период», выпуская молоки или икру, и погибают. Когда начинается их последний пост, миноги, возможно, просто перестают обращать внимание на свои органы чувств, воспринимающие электрический ток. Можно предположить и другое — миноги в любом возрасте исследуют каждое изменение излучаемого ими пульсирующего электрического поля, в том числе и вызванное проволочным барьером, воздвигнутым для того, чтобы убить их электричеством.

У миног было открыто «шестое чувство», поскольку ученые решили узнать об этих животных все, что можно; они главным образом стремились выяснить, почему пресноводные миноги в отличие от морских уничтожают больших рыб. Паразитирующие миноги не представляют серьезной опасности для морского рыболовства, за исключением тех случаев, когда они уничтожают пойманную рыбу, которая, естественно, не может выбраться из сети.

Вероятно, здоровая морская рыба, обладающая не большей чувствительностью к электричеству, чем пресноводная, чувствует приближение морской миноги, когда у нее еще есть время для спасения. В океане миноги могут успешно охотиться только на больных непроворных рыб. В этом смысле они выполняют в морской среде ту же роль, что волки и львы на суше. Эти хищники уничтожают главным образом больных и старых животных; запасы пищи у них исчерпываются редко.

В пресных водах происходит борьба между миногами и рыбами, которая носит местный характер. Она представляет собой новое явление эволюции. Миноги, которые принадлежат к группе самых древних позвоночных животных, по-видимому, обитали только в море, почти до самого конца великого ледникового периода. Затем, с установлением нового климата на Североамериканском континенте, который постепенно освобождался от бремени льда, миноги оказались «запертыми» в некоторых пресноводных озерах, протянувшихся от озера Шамплейн вдоль вермонтской границы до Фингеровских озер в верхней части штата Нью-Йорк и до озера Онтарио. Именно из озера Онтарио в период с 1935 по 1948 год миноги по сооруженным человеком каналам проникли в верхние Великие Озера и нанесли там ущерб промышленному рыболовству.

Челюстноротые рыбы с давних пор обитали в пресных водах, но до недавнего времени им не приходилось сражаться с миногами. Однако они настолько чувствительны к электромагнитным полям, что обходят электрические барьеры. Эта способность, которая кажется лишней для существования в пресной воде, возможно, была необходима в те далекие времена, когда рыбы вторглись в моря, где миноги уже были «старожилами».

Нет ничего парадоксального в том, что чувствительность рыб к электричеству позволяет им заметить приближающуюся миногу только в соленой воде, а не в пресной. Хорошо известно, что пресная вода — плохой проводник электричества, тогда как морская — довольно хороший. Однако и в пресной воде миноги могут искать рыбу с помощью электрических импульсов, даже несмотря на то, что обнаружить добычу здесь можно лишь подплыв к ней на более близкое расстояние, чем в море. В пресной воде миноге выгоднее полагаться на сигналы электромагнитного поля, чем на зрение, поскольку пресная вода гораздо мутнее океанской. Только в очень мелких реках и озерах свет проникает до самого дна. Часто пресная вода бывает настолько мутной, что на глубине всего лишь нескольких десятков сантиметров глаза становятся почти бесполезными;

поэтому рыбы, полагающиеся на них, оказываются в невыгодном положении. Возможно, из-за более слабой электропроводности пресной воды, а также ее большей загрязненности рыбы в озерах становятся жертвами миног, а в океанах успешно спасаются от них.

Источник электрической энергии у миног пока еще не открыт. Не обнаружены также и чувствительные органы, с помощью которых миноги улавливают изменения в характере электрических импульсов, которые распространяются через окружающую их воду. Однако электрические органы рыб известны уже в течение почти двух столетий. Они привели в недоумение еще Чарльза Дарвина, который писал в «Происхождении видов», что «электрические органы рыб представляют… исключительное затруднение, потому что трудно представить себе, через какие ступени могли проходить эти изумительные органы… они встречаются почти у дюжины различных рыб, из которых иные связаны только очень отдаленным родством». Дарвин был уверен, что самые ранние предки рыб не генерировали электричества. Однако как же еще могли появиться электрические органы у рыб с таким дальним родством?

До 1958 года считали, что животные используют электрические органы только для нападения и защиты. Затем у африканской пресноводной рыбы, напоминающей угря, у которой, как было известно, электрические органы очень слабо развиты, обнаружили чувствительность к электромагнитному полю, похожую на ту, которой обладают морские миноги. У другой африканской рыбы возле спинного плавника был обнаружен небольшой чувствительный орган, реагирующий на короткие электрические импульсы продолжительностью всего лишь в 0,0001 секунды. Оказалось, что рыба-нож *Eigenmannia*, живущая в теплых водах вдоль Атлантического побережья Америки, имеет электрический орган возле кончика длинного хвоста. Посылая в воду с помощью этого органа импульсы электрического тока, она, «пятясь задом», опускается в небольшие ямки или использует хвост в качестве зонда при исследовании окружающих ее объектов. Все эти открытия могут изменить наши представления о способностях водных животных воспринимать различные сигналы. Уже и сейчас заполнены некоторые пробелы в наших знаниях, которые вызывали у Чарльза Дарвина такое недоумение.

О существовании электрических органов у рыб стало известно вскоре после того, как открыли само электричество. До этого на протяжении двух тысячелетий никто не мог объяснить,

каким образом квадратный скат *Torpedo* может оглушать маленьких рыбешек, чтобы потом съесть их. Аристотель описывал, как этот хорошо знакомый всем обитатель Средиземного моря «заставляет цепенеть животных, которых он хочет поймать, пересиливая их силой удара, живущего в его теле. Это явление действительно наблюдалось». У *Torpedo* впереди, рядом с глазами, по обе стороны его плоского тела, расположены большие почкообразные электрические органы. С их помощью он может производить удар за ударом с напряжением по крайней мере в 220 вольт.

Электрический скат *Torpedo*, как и другие скаты с электрическими органами, по своему поведению очень напоминает биологически далеких от них звездочетов, которых можно встретить вдоль Атлантического и Тихоокеанского побережья на юге Северной Америки. Все эти морские рыбы неподвижно лежат на дне и ждут, когда мимо них проплывет рыба, которую можно поймать. Внезапным ударом электрического тока они оглушают рыбу, как будто бы произвели подводный взрыв. Затем скат или звездочет пожирают оглушенную жертву.

Другие виды электрических рыб — это главным образом жители пресных вод, обитающие чаще всего в таких мутных водоемах, где зрение почти не помогает им при поисках пищи. В Ниле и других пресноводных водоемах тропической Африки обитает электрический сом, чье тело окружено электрическим органом подобно оболочке, простирающейся от жабер до основания хвоста. Было установлено, что разряд его электрического органа достигает 350 вольт. Амазонка, Ориноко и другие реки северо-восточной части Южной Америки являются обиталищем самой мощной из всех известных электрических рыб — угреобразного *Electrophorus*'а. Почти двухметровые рыбы заставляют прыгнуть стрелку вольтметра до цифры 550 вольт и производят достаточно тока, чтобы полдюжины стоваттных лампочек вспыхивали, как электрическая реклама.

Туземцы племен, живущих по далеким притокам этих южноамериканских рек, до сих пор весьма своеобразно используют потомков лошадей, завезенных туда португальскими и испанскими колонистами. В местах брода этих рек, там, где водится много электрических угрей, местные жители у каждого берега держат на привязи лошадей. Когда кому-то нужно перейти реку, он вначале гонит перед собой лошадей; сам идет вслед за ними, а затем ловит их и гонит назад, на другой берег, к привязи. Электрические угри разряжают батареи о ноги лошадей и не успевают перезарядить это оружие, так что люди переходят реку невредимыми.

Главные электрические органы этого страшного угря расположены по бокам вдоль всего тела рыбы, от головы и до хвоста. И как бы не довольствуясь этим, угорь обладает дополнительным более слабым электрическим органом, простирающимся вдоль нижней поверхности тела почти по всей длине. Еще один такой орган находится на хвосте. Все они напоминают соответствующие образования у других электрических рыб, так как тоже представляют собой организованное в определенном порядке множество дискообразных клеточек, каждая из которых производит ток напряжением менее 0,14 вольта. Электрический орган угря состоит из 6–10 тысяч таких маленьких генераторов, расположенных в каждом из 70 рядов. Все вместе они занимают около 40 % поверхности взрослой рыбы. При одновременном разряде всех электрических батареек голова рыбы оказывается заряженной положительно, а хвост — отрицательно. Между этими двумя полюсами в окружающей рыбу воде протекает электрический ток, который поражает все вокруг и при помощи которого угорь оглушает свою жертву. Соответствующий ток протекает и внутри самого угря, но жизненно важные органы, такие, как нервная система и плавательные мышцы, по-видимому, электрически изолированы от него жировой тканью. Вероятно, поэтому электрический угорь не убивает себя или других электрических угрей.

Рыбы, способные генерировать электрический ток высокого напряжения, пользуются им как орудием для оглушения добычи. Следует предположить, что они не особенно разборчивы и руководствуются исключительно электропроводностью любой подвернувшейся им жертвы. Они готовы проглотить любой предмет соответствующего размера, если только он проводит электричество. В желудках некоторых электрических угрей были обнаружены куски железа.

Наверное, большинство рыб, электрические органы у которых недостаточно сильно развиты для того, чтоб оглушить жертву, использует их только для навигации. При каждом импульсе электрического тока тело их превращается в батарею с положительным и отрицательным полюсами. У каждой такой рыбы слабый электрический ток распространяется в воде вокруг нее особым способом, характерным для данного вида рыбы. Этот характерный рисунок электрического поля в воде видоизменяется под действием множества внешних причин. Его немного искажает магнитное поле Земли, причем характер этих искажений меняется в зависимости от того, в каком направлении плывет рыба: на запад, восток, север или юг, вверх или вниз. Сильный

магнит, спрятанный в илистом дне, еще больше меняет характер электрического поля и вызывает подобные же изменения, стоит только рыбе повернуть в другую сторону.

Любой предмет, находящийся около рыбы, которая генерирует электрические импульсы, будет влиять на конфигурацию поля, если его электропроводность не равна электропроводности воды, окружающей тело рыбы. Слой более теплой или более холодной воды может оказать подобное действие. Если бы рыба обладала достаточной чувствительностью к малейшим изменениям, происходящим в тех местах ее тела, откуда исходят и куда вновь входят электрические импульсы, она могла бы узнать очень многое об окружающем ее мире.

Некоторых угреобразных электрических рыб из Нила обучали реагировать на постоянное поле, создаваемое спрятанным постоянным магнитом; это означает, что на них действительно воздействуют такого рода черты окружающего водного мира. Эти рыбы способны также определить местоположение многих предметов, висящих в аквариуме, и опознать те из них, которые хорошо проводят электрический ток (такие, как кусочки металла или мяса), и те, которые являются диэлектриками (например, осколки керамических и пластмассовых материалов). Обычно рыбы используют это свойство, чтобы избегать любых препятствий, искажающих характер их электрического поля.

Рыбы, обладающие такими свойствами, удивительно чувствительны. Они реагируют даже на очень слабый электрический ток, при градиенте потенциала всего лишь 30-микровольт на сантиметр. Столь тонкая улавливающая система должна почти непременно реагировать на присутствие другой рыбы. По-видимому, именно это свойство позволяет сельди и другим стадным рыбам путешествовать ночью плотными косяками — явление, которому ихтиологи давно и безуспешно пытаются найти объяснение. Если каждая рыба поддерживает определенное положение по отношению к другим рыбам своего косяка, используя для этого свою электрическую чувствительность, то весь косяк может еще больше погружаться в воду или менять направление совершенно синхронно, не полагаясь при этом ни на свет, ни на звук. Это, должно быть, трехмерный эквивалент созданного человеком радиолокатора; тем самым рыбы имеют бесспорное преимущество перед наземными животными. Мигрирующие по ночам птицы совершают свои перелеты в одиночку, так как без света они не способны собраться в организованную стаю, которую мы видим днем.

Обладая высокой чувствительностью к изменениям

создаваемого ею самой пульсирующего электрического поля в окружающей водной среде, рыба, вероятно, может использовать и постоянное магнитное поле Земли. Невольно напрашивается вопрос, не полагаются ли лососи, находящиеся далеко в Тихом океане, на электромагнитный компас такого рода, когда определяют свой курс домой к американской реке, где они родились.

Еще несколько лет назад ученые едва ли согласились бы с мнением, что какое-либо животное способно реагировать на магнитное поле Земли. Но в последнее время эта идея привлекает к себе все большее внимание. Недавно доктор Фрэнк А. Браун из Северо-западного университета представил статистически обработанные данные, показывающие, что обыкновенная речная улитка *Nassarius* несомненно улавливает постоянное магнитное поле. И геомагнитное, и искусственное поля, в десять раз большие по силе, изменяли направление, в котором двигалась улитка.

Мы склонны считать, что позвоночное животное должно делать лучше все то, что в состоянии сделать улитка. Но когда и улитка и позвоночное обладают каким-то свойством, которого лишен человек, мы задумываемся — а не присуще ли это свойство всему животному миру? Мы можем предположить, что некоторые живые организмы, близкие друг другу, могли бы использовать для общения между собой вариации электрического поля. Они могли бы изменять частоту пульсации и характер импульсов создаваемого ими электрического тока в окружающей воде. Такой неслыханный доселе метод связи оказался бы эффективным только для близких расстояний, поскольку электрическое сопротивление воды очень высоко. Однако это было бы скорее преимуществом, чем недостатком, так как секреты хранились бы в тайне. Может быть, мы назвали бы такие низковольтные сигналы электрическим шепотом? Тогда шоковые разряды электрического угря, которыми он оглушает находящихся поблизости рыбешек для своего обеда, следовало бы назвать электрическим криком!

В настоящее время нам важно выяснить детали, касающиеся анатомии миног, рыб, улиток, а также механизма использования подводных электрических импульсов. В то же время инженерам брошен новый вызов. Сумеют ли они смоделировать электрочувствительную систему подводных животных, увеличив ее до размеров, при которых она будет полезной человеку? Мы видим, что принципы аэродинамики одинаково применимы к летающим рыбам, планирующим альбатросам и межконтинентальным реактивным самолетам. Без сомнения,

человек найдет более широкое применение принципам электрической чувствительности, которые он обнаружил у других живых организмов, и создаст столь же важные устройства для работы под водой. Это может привести к внезапному разрешению проблемы подводной радиосвязи или радиолокации или к совершенно новому пониманию подводного мира, который наши предки покинули так много веков назад.

Глава 10
Важность запахов

Никто не может с уверенностью сказать, когда именно на протяжении сотни миллионов лет первые живые организмы в древнейших морях начали улавливать доносившиеся до них молекулы особых химических веществ. Это произошло задолго до появления первого глаза и первого уха, за много тысячелетий до того дня, когда животные начали выползать на сушу и изучать приносимые ветром запахи. Ведь чувство обоняния возникло гораздо раньше, нежели самые древние холмы. Оно предшествовало всем другим чувствам, с помощью которых животное могло на расстоянии ощущать присутствие пищи, особей противоположного пола или приближение опасности.

Хотя чувство обоняния уходит корнями в глубь веков и человек хорошо умеет различать запахи, оно по-прежнему окутано тайной. Мы выигрываем немного, когда сравниваем нашу относительную невосприимчивость к благоуханию самки непарного шелкопряда с удивительной чувствительностью самцов

этих насекомых. Непарный шелкопряд не обращает ни малейшего внимания на аромат горячих хлебцев, маринованных огурцов или жареного мяса. Наш нос по крайней мере в пять раз чувствительнее обонятельного органа пчелы к запаху розмаринового масла, но пчела в сорок раз чувствительнее нас к метилгептанону!

Каждому виду животных присущ особый спектр запахов. Обычно животное наиболее чувствительно к соединениям, которые особенно важны для него при нормальных условиях жизни. Кролик по запаху находит дорогу к морковке или одуванчику. Собака или кошка не обращают внимания на эти запахи, но они могут заинтересоваться кроличьим следом. Бродячая собака тщательно обнюхает навоз, а кошка не удостоит его вниманием. Но в то же время собака пройдет мимо цветов и листвы, возле которых кошка задержится, чтобы почесаться о веточки и, вдохнув аромат, оценить его по достоинству.

Наше чувство обоняния сосредоточено в двух желобовидных ямках, расположенных высоко в носовых проходах, где клетки, связанные с нижней частью мозга, защищены от проходящего мимо воздуха тонкой пленкой выделяющейся слизи и поэтому не загрязняются. Площадь всей чувствительной к запахам области меньше поверхности дайма[13], и ее работа определяется функционированием почти 600 тысяч особых клеток, связанных с нашими обонятельными центрами. Однако эта маленькая и простая на вид поверхность помогает нам различать, по-видимому, бесчисленное множество запахов.

Чтобы мы ощутили запах, вещество должно прежде всего раствориться в жидкой слизистой пленке. Затем окончания чувствительных клеток поглощают проходящее мимо них вещество и удерживают его в течение доли секунды, пока оно не свяжется, вероятно, с молекулами жира в клеточной оболочке. Однако количество этого растворенного вещества может быть бесконечно малым. Если мы найдем среди камней на берегу два куска молочного кварца и в темноте ударим ими друг о друга, то почувствуем легкий сернистый запах почти сразу же, как только увидим триболюминесцентную вспышку света, излученного потревоженными молекулами этого минерала. Днем эта вспышка не видна, но запах ощущается. Несколько кварцевых пылинок отлетят при ударе и достигнут обонятельных клеток. Но до этого момента кварцевая пыль была спрессована в отполированную водой поверхность камня, который имеет такую же химическую природу, как и стекло! Мы не думаем, что в воде, слизистой или жире растворяется какое-то ощутимое количество кварца (или стекла). Однако в раствор переходит столько кварца, что мы

можем различить запах.

Среди веществ, к которым наш нос наиболее чувствителен, нужно назвать мускус, выделяемый анальными пахучими железами самца мускусной кабарги, небольшого горного животного; когда-то оно было весьма распространенным, а теперь, после хищнического истребления, его можно встретить очень редко на просторах от Кореи до Гималаев[14]. Мускус или его современный синтетический заменитель подвергают сильнейшему разведению, а затем используют в качестве основы для многих духов. Даже когда мускус очень сильно разведен и его аромат не ощущается, раствор служит основой для более тонких запахов и долгое время продолжает выделять их.

Химики подсчитали, что с любой небольшой поверхности мускусного раствора, с которой каждую секунду высвобождается 800 000 молекул, за две секунды выделится столько молекул, что нос человека ощутит запах и эксперт сможет правильно определить это соединение. Если при такой скорости активный ингредиент необработанного мускуса, который растворен в тонкой пленке, подвергнуть продолжительному действию ветра, то за миллион лет он потеряет один процент своей силы.

Для Северной Америки более знакомый запах — это химическое оружие скунса. Активное начало в нем — этилмеркаптан, который ощущается при вдыхании всего лишь 0,000 000 000 000 002 грамма. Такое незначительное количество все же содержит 19 400 000 000 молекул, — значит, нашему носу требуется почти в 12 000 раз больше пахучего вещества скунса, чем соответствующего вещества мускусной кабарги, чтобы послать мозгу верную информацию.

Всякий раз, когда какая-либо ценная для нас вещь пропитывается запахом этилмеркаптана, мы всеми силами стараемся как можно скорее уничтожить запах. Старый способ избавления от этого зловония состоял в том, что одежду, пропитанную запахом скунса, неплотно закапывали в сырую землю, которая и поглощала запах. Более надежная современная техника удаления этого «аромата» заключается в том, что одежду обдают сильной струей воздуха, который затем попадает в фильтры из активированного древесного угля, вроде тех, что мы применяем для уничтожения кухонных запахов. Огромная площадь внутренней поверхности древесного угля адсорбирует пахучие материалы. Возможно, поверхность частиц почвы так же действует и на закопанные в землю предметы.

Для многих животных весьма важно избавиться от собственного запаха, так как это защищает их от хищников, которые находят добычу по запаху. Возможно, перепела и другие

птицы, строящие гнезда на земле, успешно скрываются от врагов благодаря тому, что земля, на которой они откладывают яйца, поглощает запах их тела. По-видимому, эти птицы плотно прижимают друг к другу свои кроющие перышки, подверженные ветрам, и распушают нижние перья, которыми покрывают яйца и соприкасаются с землей. Если такая интерпретация правильна, тогда отсутствие в гнезде внутренней прокладки — явление довольно частое — оборачивается преимуществом, и оно ни в коей мере не означает небрежности при постройке гнезда. Таким путем птица лишь полнее использует способность земли к поглощению запахов.

Борьба с запахом — действительно сложная проблема, так как даже малочувствительный, по общему мнению, нос человека зачастую достаточно хорошо улавливает и классифицирует запахи. Не так давно один предприниматель начал продавать зеленый раствор для уничтожения запахов, заявляя, к удивлению ученых, о чуде — «хорошо известных дезодораторных свойствах» хлорофилла. До этого домашние хозяйки часто обманывали гостей тем, что заглушали домашние ароматы от приготовления капусты и рыбы запахом тлеющих кусочков ваты, которую развешивали на дверных ручках. Некоторые люди сжигали немного ладана, состоящего из экзотических смол типа элеми, обычно привозимых с Востока. Из них делали колбочки и маленькие прутики, которые затем прикрепляли к бамбуковым палочкам. Вероятно, фимиам был изобретен, чтобы отвлекать внимание молящихся в языческих храмах от других запахов.

Обитатели морей применяют совершенно другой способ, чтобы остановить хищника, выслеживающего добычу по запаху. Осьминоги, кальмары и каракатицы полагаются на наркотизирующее действие чернильного вещества, которое они выпускают, когда чем-нибудь напуганы. До последнего времени предполагали, что это вещество применяется только как подводная дымовая завеса. Теперь известно, что такой химический туман притупляет обонятельные органы мурен и других рыб, преследующих этих «реактивных» моллюсков. Ни одно из наземных или пресноводных животных не имеет подобного оружия. И людям не удалось открыть безобидного наркотика, который бы снизил чувствительность носа человека и тем самым сделал бы его невосприимчивым к запаху.

Вероятно, мы должны изобрести химические средства, отпугивающие нежелательных для нас животных. В настоящее время разрабатываются совместные проекты по изучению различных веществ, которые смогли бы отпугивать акул; исследования намечается проводить на побережьях Индийского,

Тихого и Атлантического океанов. Большинство видов акул только ночью появляются в поверхностных прибрежных водах, где они могут обнаружить всего лишь несколько купающихся. Жертвами этих животных, руководствующихся в своем поведении запахами, ежегодно становится небольшое число людей. Однако в последнее время ощущение опасности значительно возросло, так как очень многие люди отваживаются опускаться в море на большие глубины или уплывать далеко от берега. Вооружившись резиновыми ластами и баллонами сжатого воздуха, чтобы не выныривать на поверхность слишком часто, люди-амфибии проникают во владения акул. Пловцы чувствовали бы себя гораздо спокойнее, если бы у них всегда было при себе быстродействующее химическое чудо — нечто такое, что надежно отгоняло бы акул.

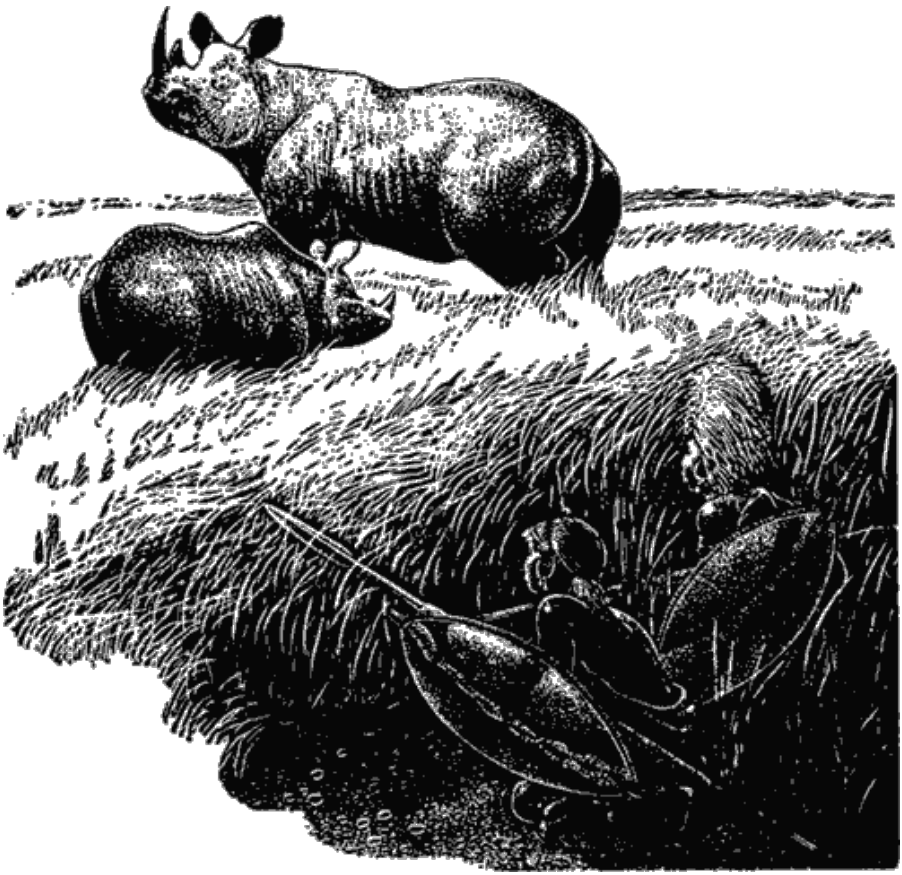
Таким подходящим веществом могла бы быть вытяжка из кожи этих хищников. Уже выяснено, что пескари и другие рыбы моментально реагируют на запах веществ, которые выделяются в воду при повреждении кожи рыб того же вида. Выделяющиеся при этом вещества так воздействуют на остальных рыб, что они немедленно покидают это место. Большинство рыб отпугивает даже запах человеческой кожи, тогда как хищных акул он, по-видимому, привлекает.

И охотникам и рыболовам обычно хорошо известно, что запах человека отпугивает животных, которых они выслеживают. Охотнику всегда приходится подкрадываться к животному с подветренной стороны, чтобы оно не почувствовало запаха. Прочим людям редко приходит в голову, что во время загородных прогулок запах от них разносится далеко вокруг, и потому сотни животных прячутся по норам или в страхе разбегаются. Покойный Рой Бедичек, знаменитый техасский натуралист, испытывал большое смущение оттого, что его «тело отравляет атмосферу в столь большом масштабе. В этом, по-видимому, есть что-то аморальное…».

Иногда для обеспечения собственной безопасности нам необходим встречный ветер. Мы никогда не забудем ни предостережений, ни чрезвычайной осторожности, с которой вели нас начальник охотничьей группы и местный проводник к наблюдательному пункту на вершине низкого холма, покрытого сухой травой, кишащей клещами. Оттуда мы могли наблюдать за небольшим стадом черных носорогов в Южной Африке. Ни на минуту эти люди не спускали глаз с находящихся внизу трехтонных животных, со стороны которых дул ветер.

Проводник должен был все время специально следить за направлением ветра. Если оно менялось, нам приходилось быстро

двигаться. А если прекращалось всякое движение воздуха, то нам нужно было поскорее уходить в другое место. Из опыта эти люди знали, с какой быстротой человеческий запах может донестись до этих страшных чудовищ, мирно жующих колючки всего метрах в двухстах от них. Они знали также, как быстро черные носороги нападают на свою жертву и как мало остается времени, чтобы добежать до машины, спрятанной внизу, с другой стороны холма.



Чувство обоняния у животных и отвращение их к человеческому запаху иногда может быть использовано людьми в целях защиты. Часто, не зная, почему они так поступают, ковбои Техаса и других районов западных штатов пользуются старым испытанным средством. Каждый из них ночью кладет на землю вокруг постели свое лассо для защиты от гремучих змей, которые могут подползти и напасть на него в темноте. Человеческий запах действительно отпугивает гремучих змей, и они не переползают через веревку, которая из-за частых прикосновений к ней пахнет человеческим потом. Еще сильнее отпугивает змей запах скунса или другие пахучие вещества, однако большинство из них очень

неприятны и самому человеку.

Некоторые люди, по-видимому, способны использовать оружие обоняния против самих змей; они различают запах этого пресмыкающегося, когда оно отдыхает, и обнаруживают змею. Потренировавшись, человек может развить у себя множество обонятельных навыков такого рода. Элен Келлер, которая так успешно свела к минимуму все неудобства, связанные со своей слепотой, считает, что она может ассоциировать многих друзей и посетителей с запахами, исходящими от них, и что воспоминания об этом так же хорошо связываются у нее с обонянием, как у большинства людей с голосом.

Работники парфюмерной промышленности пытаются убедить нас, что все запахи человеческого тела неприятны и нежелательны и их следует заглушать с помощью рекламируемой ими продукции. Такие обобщения распространяются на слишком многое. Это, конечно, преувеличение; к нему прибегают исключительно для того, чтобы сбыть побольше производимых товаров. Совершенно подсознательно многие из нас ассоциируют людей, которых мы больше всего любим, с запахом, исходящим не от крема, мыла или лосьона, а от их кожи. Когда жена уезжает на несколько дней, покинутый муж может найти некоторое утешение, заглянув в платяной шкаф с одеждой его супруги.

Обычно мы считаем, что собаки обладают особой способностью различать запах каждого человека в отдельности. Несомненно, эти животные гораздо больше полагаются на свой нюх, чем мы. Действительно, многие из них могут установить характерный запах мужчины или женщины по одному их следу или по капле слюны, даже если до этого они обнюхивали всего лишь шарф, перчатку или шапку, принадлежавшие этим людям. Собака может прийти в замешательство от одинакового запаха следов двух однояйцовых близнецов, и все-таки, встретив их одновременно, она сделает правильный выбор на основании запаха.

Обоняние у собаки так сильно развито, что даже с завязанными глазами она может точно указать носом на кролика. Один экспериментатор описал «обонятельный нистагм» у собаки с завязанными глазами, перед которой, подобно лошадкам на карусели, пропускали на деревянной вращающейся платформе клетки с кроликами. Когда мимо собаки один за другим проплывали кролики, она быстро двигала головой, подобно тому как мы при чтении перебегаем глазами с одной строчки на другую.

Мы можем показать, насколько важны для собаки запахи, хотя бы на таком разительном примере, как наблюдение за ней у

дверей библиотеки или какого-либо другого общественного здания, когда она обнюхивает каждого выходящего из этого здания в ожидании того, кто несет знакомый запах. Для пса только запах самки во время течки обладает более привлекательной силой, чем запах хозяина. Один профессиональный вор прославился в научных кругах тем, что выгодно использовал этот факт. Прежде чем осуществить ночью ограбление дома, охраняемого собакой, он каждый раз долго играл и возился со своей собакой-сукой, пока его одежда не пропитывалась как следует ее запахом. Обычно сторожевые собаки, даже суки, бывали настолько зачарованы его собачьим благоуханием, что не замечали запаха незнакомого человека.

Когда собаку разлучают с хозяином, она часто выглядит несчастной. Иногда это в какой-то степени объясняется тем, что ее посадили в клетку или вольер при пансионате, а отчасти отсутствием других развлечений. Знаменитая актриса миссис Патрик Кэмпбелл в опубликованной ею переписке с Джорджем Бернардом Шоу рассказывает об одной ирландке, которая по прибытии в английский порт узнала, что ее собаке придется пройти карантин. Когда таможенные чиновники забрали собаку и посадили в корзину, эта женщина сняла с ноги туфлю и положила ее туда же. Она знала, что ее любимица станет меньше горевать от разлуки, если в утешение рядом с ней будет положен предмет, пахнущий хозяйкой, и поэтому ирландка была готова, прихрамывая, бежать к поезду или ближайшему обувному магазину, лишь бы утешить собаку и при этом не нарушить закона.

Для собак, которые находят себе пищу, обнюхивая землю, мир настолько богат запахами, что эти животные могут не заметить совершенно отчетливые на вид предметы. Даже во сне такие собаки часто издают слабые звуки и совершают легкие движения, будто им снятся волнующие путешествия по густым зарослям. При этом нос собаки подергивается и она часто и резко дышит, как это бывает в бодрствующем состоянии, когда она идет по манящему следу.

Спектр запахов у человека, по-видимому, гораздо менее красочен, чем у многих собак. Конечно, наш язык невероятно беден для того, чтобы описать запахи. Обычно мы пытаемся сказать, что одно вещество напоминает другое по запаху, хотя отчетливо осознаем, что их запахи совершенно различны, но в чем это различие, определить не можем. В середине восемнадцатого столетия шведский натуралист Карл Линней попытался исправить положение; он предложил систему описания запахов, которую можно было использовать как ключ при

классификации растений.

Вплоть до 1916 года не было предпринято ни одной серьезной попытки заменить систему Линнея какой-то более совершенной. Лишь в этом году немецкий психолог Х. Хеннинг предложил, чтобы каждому запаху было отведено место в треугольной призме, углы которой представляли бы собой качественные признаки запахов цветов, плодов, смол, пряностей, а также продуктов горения и гниения. Идея была весьма заманчивой, но провести ее в жизнь оказалось очень трудно. Через девять лет французский физиолог Цваademакер предложил выделить восемь видов запахов: чесночные (лук, чеснок), амброзийные (мускус), ароматические (пряности, продукты горения, включая креозот), эфирные (фрукты, вина), вонючие (клопы, французские ноготки), благоухающие (цветы), козлиные (включая прогорклые масла) и тошнотворные (разлагающееся мясо и экскременты). Так как эта система не получила широкого одобрения, в 1945 году был предложен упрощенный вариант, учитывающий только четыре основных вида, причем в каждом из них человеческий нос мог различить множество второстепенных запахов (от 0 до 8): кислотные, запахи продуктов горения, благоухающие и козлиные. Возможно, никогда не будет создан рабочий метод, в основу которого ляжет механизм воздействия на человека пахучих веществ.

Несмотря на то что создать приемлемую классификацию так и не удалось, в повседневной жизни нам все-таки приходится встречаться со значительным разнообразием запахов. Сэр Артур Конан-Дойль устами своего героя Шерлока Холмса заявляет, что хороший детектив должен уметь опознавать 75 различных запахов; однако он не перечисляет их. Современные японцы пошли еще дальше; они придумали игру для развлечения гостей. Состоит она в том, что по кругу передаются предметы, которые пахнут одним из двухсот стандартных запахов, а участники игры должны назвать это вещество. Успех в игре такого рода приходит к тому, кто обладает острым нюхом и натренировался в подобных делах.

Весьма интересно, что есть люди, которые не ощущают определенных запахов. Из каждой тысячи человек один или двое не улавливают ни одного запаха из вонючего «букета» скунса. Всего лишь несколько человек находят его приятным, когда он достаточно силен, чтобы вызвать раздражение обонятельных органов, а остальных он гонит прочь! В больших концентрациях почти все пахучие вещества меняют свою истинную природу. В очень малых количествах аромат мускуса напоминает нам благоухание цветка, тогда как сильный запах его вызывает

тошноту. И в этом мы не составляем исключения. Многие насекомые, такие, как навозные синие мухи, могут прилетать туда, где концентрация определенных химических веществ в воздухе в 10 раз превышает обычную. Но при дальнейшем возрастании этой концентрации они улетают прочь.

Чувствительность к определенным запахам передается по наследству в различной степени. Большинство людей-альбиносов относительно нечувствительны ко всему спектру запахов. Мало того что у них бесцветные волосы, кожа и радужная оболочка глаз, в их обонятельном рецепторном поле нет ни одного желтого пигмента, которые можно обнаружить у всех остальных людей. Весьма соблазнительно предположить, что этот пигмент имеет какое-либо отношение к запахам. Однако биохимики никогда не упоминают о пигментах, когда говорят о механизме обоняния; они предполагают, что пахучие вещества играют роль отдельных инактиваторов восьми различных ферментов, которые находятся в оболочке обонятельных клеток носа.

Люди, обладающие хорошим обонянием, могут научиться различать огромное количество запахов. Большинство этих запахов вызывает в нашей памяти воспоминания о предшествующих встречах, которые сопровождались такими же ароматами. Легкое дуновение морского ветерка независимо от того, несет ли он с собой достаточное количество соленой пыли, которая проникает в носовые проходы и достигает солечувствительных рецепторов, расположенных по бокам и на кончике языка, или содержит молекулы разлагающихся морских водорослей, принесенных штормом, вызывает в человеке подъем свежих сил и воспоминания о набегающих волнах, парящих над морем чайках, а может быть, даже и о рыбаке в высоких резиновых сапогах, забрасывающем в море сеть. Когда человек поднимается вверх по дороге в западных штатах и ветер доносит до него пряный запах шалфея, он даже с закрытыми глазами мысленно представляет себе непрерывную вереницу холмов, покрытых серебристо-зелеными кустарниками, ветви и листья которых ярко сверкают в лучах полуденного солнца. Даже аромата сирени из флакона духов достаточно, чтобы вызвать воспоминания о высоких кустах и их ветках, покрытых весной зелеными блестящими листьями и возносящих вверх фиолетовые цветы сирени; над ними порхают пятнистые желто-черные бабочки с раздвоенными хвостами.

Предпринимаются все новые попытки увеличить сбыт товаров путем добавления к ним различных пахучих веществ. Изготовители пластмассовых цветов покрывают свои изделия особым составом, который, по их словам, сохраняет аромат

цветов в течение четырех месяцев. Полиэтиленовые мешки, пропитанные запахом кедра, предохраняют одеяла от пыли и в то же время приятно пахнут. Возможно, недалек тот день, когда в бакалейных магазинах прозрачные пакеты с апельсинами будут пахнуть апельсинами, а мышеловки — салом, чтобы привлечь жертву к последней в ее жизни трапезе. Издатели проверяют, какое воздействие будут оказывать книжки западных штатов с запахом кожаного седла и кулинарные книги, пропахшие свежевыпеченным хлебом. Изготовители конвертов добавляют в клей небольшое количество мяты или экстракта вечнозеленых тропических растений, чтобы отправитель письма, облизывая края конверта перед тем как его запечатать, смог получить удовольствие от запаха; при этом молекулы пахучих веществ попадают через горло к обонятельному эпителию. Кинопрокатчики уже попытались распространять различные запахи в зале, где сидят зрители, чтобы увеличить иллюзию реальности. Эти «благоухания» могут создать атмосферу соснового леса, едкий запах горящих листьев, смешанные ароматы садовых цветов или атмосферу кабачка в соответствии с тем настроением, которое должен создать фильм.

Мы быстро привыкаем к запаху, если его интенсивность в течение долгого времени не меняется или увеличивается очень медленно. Шахтеры борются с этим недостатком, забирая с собой в шахты клетки с канарейками. Эти птицы не чувствуют никаких запахов, но они впадают в коллаптоидное состояние от ядовитого светильного газа еще до того, как концентрация его станет для рабочих смертельной. Пока канарейка бодрствует, люди могут не бояться удушья.

До некоторой степени мы обходим такую особенность обонятельных клеток, как умение быстро привыкать к запаху, когда втягиваем в себя воздух. При этом в носовых проходах создаются завихрения. Они приносят к чувствительным центрам потоки вдыхаемого воздуха, не позволяя ему проходить по нижней части носовой полости. Иногда отдельное втягивание помогает различить новый запах, так как нос, привыкший к одному запаху, все же может ощутить другой. По мере того как с течением времени изменяется концентрация каждого компонента в смеси различных запахов, эксперт может ощущать их один за другим, пока каждый из этих запахов не будет опознан правильно.

Даже при самых благоприятных условиях мы не всегда ощущаем запахи во вдыхаемом воздухе. Только в 1950 году были обнаружены регулярные колебания в чувствительности нашего обонятельного анализатора. В начале дня и к вечеру все здоровые

люди становятся более чувствительными к ароматам, доносящимся до них. Вскоре после ленча чувствительность заметно падает. Но если мы пропустим этот дневной завтрак, наш интерес ко всем запахам остается таким же сильным, как и в начале дня. Состояние насыщения, которое можно измерить по концентрации сахара в крови, представляет собой реальный фактор, определяющий, сколько информации мы можем получить от нашего носа. Не потому ли кажется такой вкусной чашка свежего кофе перед завтраком, и не этим ли объясняется наша повышенная чувствительность к запахам во время прогулки на рассвете? Много ли существует запахов, достаточно важных для нас, чтобы мы могли охотно пожертвовать едой ради полного наслаждения ими?

Чувствительность к запахам различается также в зависимости от пола. Женщины улавливают запах смеси жирного вещества холестерола пополам с тестостеронацетатом (производным мужского полового гормона) при меньших концентрациях этих веществ, чем мужчины. Дети, а также мужчины и женщины (в пору увядания) почти совсем не ощущают запаха экзальтолида, вещества, которое содержит в своей молекуле 15 углеродных атомов и имеет почти такую же химическую структуру, как и применяющийся в парфюмерии цибет. По-видимому, циркулирующий в крови половой гормон эстроген совершенно необходим человеку, чтобы он мог почувствовать запах экзальтолида. Женщины в период половой зрелости и особенно в течение одной или двух недель после менструального периода наиболее чувствительны к этому веществу. Если мужчинам сделать инъекцию эстрогена, они тоже будут ощущать запах этого вещества.

Вероятно, наши половые гормоны оказывают гораздо более сильное воздействие на чувство обоняния, чем предполагают ученые. Доказательством этого служит реакция белых крыс на запах эвкалипта. Самцы чувствительны к этому аромату только при нормальном содержании тестостерона; будучи кастрированными, они не могут ощущать ни одного из пряных запахов, которые чувствуем мы. Однако самки белых крыс становятся гораздо более чувствительными к запаху эвкалипта после кастрации и, следовательно, при отсутствии в крови эстрогена. Весьма странно, что самки белых крыс, по-видимому, не способны определять по запаху пол других крыс, тогда как нормальные зрелые самцы этих животных обладают поистине удивительной способностью различать юных и зрелых самцов, самок во время течки и вне этого состояния, а также отличать кастрированных самок от кастрированных же, но получающих

эстроген.

Самый удивительный пример того, насколько по-разному каждый пол различает запахи, был приведен терпеливым французским натуралистом Ж. Генри Фабром, наблюдавшим за бабочками китайского шелкопряда. Самки этих насекомых совершенно нечувствительны к запаху, которым они привлекают самцов. Однако хорошо известно, что меченые самцы бабочек шелкопряда пролетают расстояние в одиннадцать километров, когда встречный ветер доносит до них запах самки их вида. Вот уже много лет самцы китайского шелкопряда считаются выдающимися по своим обонятельным способностям и, по-видимому, в этом отношении не имеют серьезных конкурентов в животном царстве.

Химическое вещество, с помощью которого самки бабочек шелкопряда привлекают самцов, является весьма специфичным; по-видимому, ни один другой вид насекомых не ощущает его. В 1959 году лауреат Нобелевской премии Адольф Бутенандт из мюнхенского Института биохимии имени Макса Планка добился успеха при анализе этого вещества. Он обнаружил, что оно представляет собой спирт с 16 углеродными атомами в молекуле — маслянистое желтоватое вещество, запах которого человек воспринимает только как легкий приятный аромат, напоминающий запах кожи. В следующем году исследовательская группа при Государственной сельскохозяйственной службе в Белтсвилле (штат Мэриленд) выделила подобное соединение, в молекуле которого содержится 18 атомов углерода. Оно было получено от самок европейского непарного шелкопряда, который с момента его появления в Америке в 1868 году стал настоящим бедствием. Химики из Белтсвилла также синтезировали это вещество и нашли, что самцы этих мотыльков могут улавливать его в таких малых количествах, как 0,000 000 000 000 102 грамма, то есть около 200 000 молекул. Подобный уровень чувствительности всего лишь в восемь раз превосходит нашу чувствительность к мускусу.

Запах самца имеет значение для многих животных и может быть гораздо более значим для человека, чем мы думаем. Было обнаружено, что этот запах оказывает самое удивительное воздействие на лабораторных мышей. У самок менялся их половой цикл в соответствии с восприятием запаха самцов их вида. Кроме того, в течение 1960 года в английском Национальном институте медицинских исследований в Лондоне было обнаружено, что самки не беременели, если на них сразу после спаривания воздействовали запахом чужих самцов. В условиях большой скученности, в колонии, они не могут знать

запаха каждой мыши. В таких случаях большинство самок не приносит потомства. Если бы животные в естественных условиях или люди реагировали бы на скученность подобным образом, то, вероятно, перенаселенность быстро бы уменьшилась.

Человеческий нос гораздо легче различает характерный запах, соответствующий определенному виду животных. Мы знаем, как пахнет собака и как — лошадь независимо от их породы. Аммиачный запах на складах или в других строениях может напомнить нам о мышах. В водном мире можно научить мелких рыбешек отличать особей собственного вида от других видов без помощи зрения только по запаху воды, приносимой к ним. Иногда человек, признающий, что его чувство обоняния развито хуже, чем у животных, утверждает, однако, что он может с легкостью отличить по запаху одну человеческую расу от другой. «Фи, Фай, Фо, Фум. Я чувствую запах крови англичанина».

Иногда действительно существует расовый или племенной запах, хотя он, конечно, приобретенный, а не врожденный. Американским индейцам казалось, что белые поселенцы дурно пахнут — возможно, так оно и было, когда мылись только по субботам вечером и купание считалось событием. Но как только индейцы начали носить одежду и переняли привычки белых людей, недовольство исчезло. Индейцам Navajo, которые живут в хижинах больших резерваций Аризоны и Нью-Мексико, присущ характерный запах, который иногда можно почувствовать на расстоянии многих метров. Это запах древесного дыма внутри плохо вентилируемых помещений, и когда белый человек поселяется в хижинах Navajo, он тоже пропитывается таким запахом. Точно так же нам не нравится воздух в деревнях африканских туземцев; в нем чувствуется запах прогорклых жиров, особенно масла, которым туземцы натирают тела, чтобы отгонять насекомых. При окислении масла образуется масляная кислота — а к ней наш нос особенно чувствителен.

Запах дома исключительно важен для пчел. Каждая рабочая пчела, покидающая улей для работы в поле, уносит с собой в особом запаховом мешочке образец аромата своего улья. По возвращении она садится на площадку перед входом и открывает свой мешочек, как бы предъявляя пропуск сторожам у летка. В улей допускаются только пчелы с характерным для него запахом. Этот запах сам по себе является чудесной смесью из ароматов различных цветочных продуктов, собранных в улье, и оказывается весьма специфичным только потому, что в каждом улье собраны уникальные образцы нектаров, пыльцы и смол, которые можно найти в районе улья. Если рабочие пчелы из двух ульев в течение

нескольких недель будут добывать себе пищу из двух или трех одинаковых источников, ароматы этих ульев станут неразличимыми. Если же ульи поменять местами, пчелы не заметят существенной разницы и вернутся с поля к ульям, руководствуясь исключительно их географическим положением.

Наши дома, подобно ульям, обладают характерными запахами, которые человек с развитым обонянием сразу обнаруживает, входя в дом. Нам приятен аромат дома, и мы сразу замечаем, когда к нему примешивается аромат кофе или свежей краски, сохнущего белья или поднимающегося кислого теста, жарящейся индейки или подгорающей моркови. Отчий дом также имеет особую привлекательность, заключается ли она в благоухании цветущего сада или в запахе начищенных до блеска медных предметов, в специфическом аромате трубочного табака или какого-нибудь блюда на кухонной плите — пирогов, маринованных домашних огурцов или супа в горшке.

Когда мы выходим из дома, нас атакуют запахи города. В целях самозащиты мы можем не обращать внимания на сигналы, которые нос посылает мозгу. Или же, пользуясь современными средствами транспорта, мы на самолете перелетаем из города в город высоко над землей, не чувствуя благоухания сосен в штате Мэн, цитрусового аромата Флориды или Калифорнии или пряного запаха, исходящего под лучами летнего солнца от зарослей карликового дуба на Западе. В самолете мы забираемся даже выше птиц, и нос нужен нам еще меньше, чем птицам.

Не уподобимся ли мы птицам, расширяя границы воздушных путешествий? Пернатые летуны отличаются острым зрением и прекрасным слухом, но совершенно не ощущают запахов[15]. Расположенные высоко в клюве ноздри пропускают воздух, который должен быть очищен от пыли, согрет и увлажнен, прежде чем он попадет в легкие. Кроме того, клюв нужен птице для еды и чистки перьев. Эта часть птичьей головы выполняет еще слишком много функций, чтобы исчезнуть вместе с обонянием.

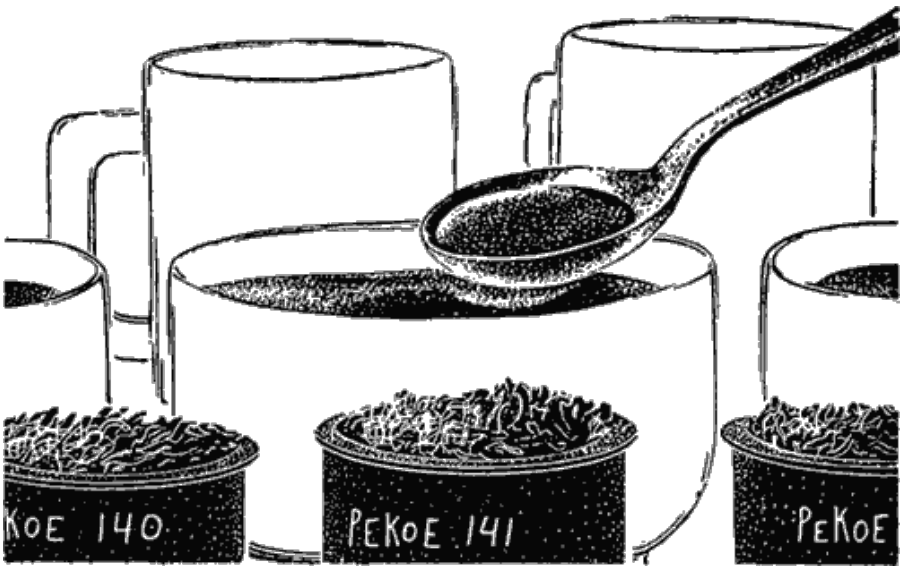
А что будет с человеческим носом? Во многих местах уже существуют установки для кондиционирования воздуха, которые удаляют пыль и регулируют в желаемом диапазоне температуру и влажность воздуха. С появлением контактных линз нос перестает выполнять важную функцию — поддерживать очки. Если мы когда-либо не будем пользоваться носом, не упустим ли мы какие-нибудь важные запахи? Не исчезнет ли при этом и сам нос?

Много ли будет значить для людей через тысячу или десять тысяч лет обоняние, которым сейчас люди чаще всего пренебрегают? Будет ли тогда кому-нибудь знаком аромат цветущей яблони весной, розы или глицинии летом или запах

последнего осеннего цветка хамамелиса? И будут ли знать, что Австралия — это континент и государство, у которого есть национальный запах — запах эвкалиптов?

К счастью, будущее человеческого носа зависит не только от его способности кондиционировать воздух и отличать аромат цветка от запаха скунса. Бесчисленные запахи идут к нашему обонятельному тракту с «черного хода», из гортани, и наслаждение от пищи, которую мы едим, во многом зависит от нашего обоняния. Не обладай мы этим таинственным чувством, пища казалась бы нам совершенно невкусной, как если бы у нас был постоянный насморк. И пока мы питаемся обычным способом, а не глотаем таблетки, не распробовав их вкуса, человеческий нос, какой бы формы и размеров он ни был, должен оставаться на своем месте.

Глава 11
Пределы вкуса



Изысканная, хорошо приготовленная пища всегда обладает приятным запахом и вкусом, и каждая нация гордится своими кулинарными традициями. Что представляла бы собой итальянская или французская кухня без чеснока и лука? Как бы мы распознавали особые блюда Мексики и других южных стран, если бы не привкус острого красного толченого перца? Из чего бы делал различные приправы повар на Дальнем Востоке, если бы на его полках не было имбиря из тропических стран Азии и кардамона для кэрри[16] с Цейлона? И правда, как бы нам понравились прекрасные бифштексы без соли и настоящего перца из Восточной Индии?

Сегодняшняя реклама предлагает «28 ароматов», приятных на вкус, а также приглашает испробовать различные блюда с такими искусными приправами, что устоять перед ними невозможно. Даже самая простая пища приобретает особый вкус, если к ней добавить приправу, конечно, в разумных количествах. Владельцы ресторанов учитывают этот факт, и поэтому посетителям всегда предлагается полный ассортимент приправ, который уже стал почти стандартным: сахар, соль, перец, уксус, горчица, томатный соус и особые специи из перца или острый вустерширский сыр.

Отдельные вещества, необходимые для приготовления

современных пищевых приправ, поступают из всех стран мира, с различных химических заводов. Сегодня такого рода торговля осуществляется настолько быстро и легко, что мы уже почти забыли, какую она проделала эволюцию со времен пиратов-головорезов и добывания пряностей еще до эпохи колониализма. Чтобы переправить пряности по суше без потерь, Марко Поло проделал весь путь от Венеции до двора Кубла-хана и обратно, угодив в тюрьму. Ароматы Востока так сильно манили Христофора Колумба, что он четыре раза пересекал Атлантический океан в западном направлении и всегда с одной целью — найти морской путь в Китай и Восточную Индию. Когда Васко да Гама повел португальцев вокруг южной оконечности Африки, он тоже искал лучший путь к островам Индийского океана: к Цейлону — за корицей и кардамоном, к Занзибару и Мадагаскару — за гвоздикой, к другим портам — за миндалем, имбирем и перцем. Только позднее торговля пряностями стала прерогативой голландцев и англичан.

Однако эта монополия не могла удовлетворить столь громадный спрос на вещества, необходимые для приготовления приятных для нас приправ. Постепенно растения, из которых делали пряности, начали перевозить контрабандой в другие части света и там их выращивали. Но эти изменения в торговле привели к чему-то вроде интернационализма. Теперь каждый гастроном предлагает покупателям мед почти из любого уголка земного шара, а суждение о чае, кофе и вине стало наполовину бизнесом, наполовину искусством; потребовались «дегустаторы чая», «дегустаторы кофе» и «дегустаторы вина», специалисты в области сортировки или смешения определенных сортов.

Профессиональный дегустатор не проглатывает определяемое им вещество. Он берет его в рот в небольшом количестве и исследует его вкус. В это время пахучие компоненты проникают через горло в нос, и он смакует и запах. Специалиста интересует общее впечатление, а не отдельные ощущения, полученные языком и другими чувствительными органами. Действительно, почти невозможно отделить вкус от запаха при дегустации любой пищи, кроме самой простой. Различать ароматы при определении пищи нам помогает скорее обоняние, нежели вкусовые ощущения. Если нос заложен, мы не отличим кусок яблока, положенный на язык, от куска сырой картошки. Оба они покажутся нам сладковатыми, но не больше.

Все мы судим о пище также и по тонким осязательным ощущениям, возникающим в области губ, десен, языка и нёба. Это помогает нам судить о ее консистенции, а также распознать вяжущие вещества, которые забирают влагу во рту. Черемуха и

неспелая хурма заставляют «сморщиться» всю слизистую рта, даже задерживают выделение слюны. Горчица или красный перец, огнем обжигающие наш рот, так же как и «острый» сыр с его резким привкусом, возбуждают эти ощущения, которые не относятся ни к обонянию, ни к вкусу.

Из всех приправ, которыми мы пользуемся за столом, только соль, сахар и уксус действительно имеют отношение к вкусу. Соленое, сладкое, кислое и горькое — вот единственные вкусовые ощущения, которые мы можем оценить по достоинству. Мы можем получать удовольствие и от привкуса горечи, но только после некоторого опыта. Горькие вещества часто ядовиты, и наше врожденное недоверие к ним возникло, должно быть, давным-давно, на заре человеческой истории. Мало кому удается прожить всю жизнь и ни разу не ощутить чувства горечи. Есть люди, приучающие себя к вкусу пива, горечь которому придает хмель, или к горькому привкусу вермута при добавлении в него экстрактов таких растений, как горечавка, хинное дерево и полынь.

Чтобы вызвать у взрослого человека одно или несколько таких ощущений, вещество должно достигнуть вкусовых сосочков, расположенных на кончике, краях и задней части верхней поверхности языка. Всего их насчитывается у человека около десяти тысяч. Те из них, которые реагируют на сладкие вещества, находятся главным образом на кончике языка. Ощущение соленого возникает в сосочках, расположенных по бокам и на кончике языка, а ощущение кислого — в области, ограниченной в основном его боковыми сторонами. Горечь возникает при раздражении сосочков, локализующихся далеко в задней части верхней поверхности языка. Если капля раствора английской соли попадет на кончик или края языка, то она покажется нам соленой, а если достигнет самой задней его части, то мы ощутим горечь.

Каждый вкусовой сосочек представляет собой маленькое бокалообразное скопление клеток, насчитывающее в поперечнике около 0,07 миллиметра. У детей вкусовые сосочки усеивают все твердое и мягкое нёбо, стенки горла, а также центральную верхнюю поверхность языка. Однако к 16–18 годам они пропадают. С возрастом исчезают и многие из оставшихся сосочков. Наше вкусовое чувство угасает день ото дня, и с годами нам нужно, по-видимому, класть в кофе больше сахара. Чтобы ощутить одинаковую степень сладости, молодым людям требуется в три раза более слабая концентрация сахара, чем взрослым.

Редко мы можем распознать вкус чего-либо на расстоянии. Вкус — чувство контактное, которое определяется молекулами

ароматных веществ, растворенных в омывающей язык слюне. Но слюна человека — это не просто вода. Она представляет собой слабую кислоту и содержит некоторое количество буферных соединений, которые нейтрализуют во рту более кислые или щелочные продукты. По-видимому, состав слюны является сугубо индивидуальным признаком — столь же индивидуальным, быть может, как отпечатки пальцев. Мы можем ощутить вкус некоторых веществ только тогда, когда они растворятся в нашей собственной слюне. Если эти вещества растворить в воде или в слюне другого человека, они покажутся нам безвкусными, пусть мы даже поместим их на соответствующую чувствительную область языка, предварительно вымытую и высушенную. Однако мы сразу ощутим вкус вещества, если к этому раствору добавится капля нашей собственной слюны.

По сравнению с чувствительностью человеческого носа к запахам наша вкусовая чувствительность кажется грубой. Чтобы вызвать вкусовое ощущение, нам требуется по крайней мере в 25 тысяч раз больше молекул, чем для создания обонятельного ощущения. Кроме того, ощущение горечи во рту возникает при концентрациях вещества, в 1000 раз меньших, чем нужно для ощущения сладкого, соленого или кислого. Вероятно, это предупреждение, последнее из всех возможных, — не глотайте ядовитые вещества!

Гораздо легче было бы понять, как функционируют вкусовые сосочки, если бы химики смогли доказать, что каждому из четырех известных нам вкусовых ощущений соответствует особый вид или форма молекул. Из этих четырех только ощущение кислого связано с одним химическим агентом. Это вкусовое чувство вызывают атомы водорода, несущие положительный заряд — водородные ионы, которые и характерны для всех видов кислот. Растворы, содержащие равные концентрации водородных ионов, одинаково кислы на вкус и совершенно неотличимы друг от друга, если исключить всякое их взаимодействие со слюной или обонятельными рецепторами.

Гораздо более таинственным является ощущение «соленого». Его тоже вызывают ионы натрия и хлора, образующиеся в воде при диссоциации хлористого натрия (поваренной соли). И положительные ионы натрия, и отрицательные ионы хлора способствуют формированию у нас ощущения соленого; однако каждый из них является просто самым эффективным элементом своей группы. Все ионы обеих этих групп вызывают соленый привкус, хотя они чем-то слегка различаются; однако охарактеризовать это различие мы не можем, пока они не вызовут и ощущения горечи. Положительными «солеными» ионами, кроме

натрия, являются калий, литий, аммоний и магний. Кроме хлоридов, к «солеными» отрицательным ионам относятся бромиды, йодиды, фториды, нитраты, сульфаты, карбонаты и тартраты. Почти любая комбинация ионов из этих двух групп, например тартрат натрия или хлорид аммония, будет диссоциировать в воде на ионы и придавать ей соленый вкус.

У огромного количества живых существ, от морских свинок до пчел, вкусовые центры не могут различать положительные и отрицательные ионы, которые создают у нас ощущение соленого. Если этих животных держать на бессолевой диете, их начинает тянуть к соленому. Тогда они с жадностью набрасываются на любые растворы, которые мы воспринимаем как соленые. В то же время они не проявляют повышенного интереса к веществам, кажущимся нам кислыми, сладкими или горькими.

Для животных, которые питаются исключительно растениями, солевой голод может быть вполне реальной угрозой. Он развивается у них из-за значительной разницы в содержании натрия и калия в растительной и животной пище. Растения, которыми они питаются, богаты калием и бедны натрием. Потребности животных удовлетворяются небольшим количеством калия, тогда как натрия им нужно гораздо больше — для роста. Чтобы превратить растительную пищу в мясо, травоядные животные должны сохранить по возможности весь натрий и освободиться от избытка калия. Если к тому же они потеряют натриевые соли с потом, у них, по-видимому, должна появиться серьезная потребность в натрии. Симптомы ее — мышечные судороги и слабость, такие же, как и у людей, когда они сильно потеют и не потребляют соли.

При случае травоядные животные, страдающие от солевого голода, могут продемонстрировать нам такое уменье отличать с помощью вкусовых сосочков натриевые соли от всех других солей, о котором человеку и мечтать не приходится. Для нас хлорид натрия в умеренных количествах почти неотличим от хлорида калия, в то время как вкус карбоната натрия (бельевой соды) и вкус бикарбоната натрия (питьевой соды) кажутся совершенно различными. Травоядных животных не обманешь. Дикие животные на воле могут покрывать огромные расстояния в поисках мест, где почва содержит много натриевой соли — любой натриевой соли, которая вызывает у нас ощущение соленого. Они не станут посещать места с хлоридами калия, аммония, магния или лития, хотя на наш вкус они так сходны с натриевыми солями.

Фермер, который выставляет домашним животным кормушку с солью, спасает их от солевого дефицита, а также от

необходимости путешествовать в поисках соли. Оленей, антилоп и других жвачных животных легко заманить настолько близко, что они окажутся в пределах видимости, если расположить солевую приманку в подходящем для них месте. Гигантские жирафы и другие животные Африки, на которых там охотятся, совершают долгие путешествия к знаменитым соленым почвам. Расположены они рядом с грунтовой дорогой, проходящей через Королевский парк охоты, под городом Найроби в Кении. Каждый день жирафы стоят там часами, пока не убедятся, что поблизости нет львов. Тогда они, широко расставив прямые передние ноги, неуклюже наклоняются вперед и лижут землю.

В нашем собственном ощущении соленого нет ничего особенного, однако мы частенько употребляем в речи выражения, которые как-то объединяют соленое и сладкое. Мы говорим, что в одном озере «сладкая вода», а другое называем «соленым озером», даже если вода в нем щелочная, богатая карбонатами натрия или калия, а не хлористым натрием. В каком-то месте нашего языка устанавливается некая связь между чувством соленого и чувством сладкого, хотя до сих пор еще не известно, как это происходит. Если поместить на одну сторону языка раствор поваренной соли, разведенный настолько, что мы не будем ощущать соленого привкуса, а затем на другую сторону положить что-нибудь сладкое, мы неожиданно ощутим и вкус соли. С таким же успехом можно получить и противоположный эффект. По-видимому, взаимодействиями подобного типа можно объяснить наши ощущения, когда мы «выявляем вкус», чуть присаливая сладкую дыню или приправляя соленое мясо сладкими пикулями. Мороженое становится еще слаще, если добавить к нему несколько соленых орешков, а соленый привкус крекера выявляется еще больше, если его съесть с кусочком желе.

В нашем сознании мы нередко отождествляем «сладкое» с «хорошим» и предполагаем, что сладкое на вкус вещество можно съесть без всякого вреда. Однако вкусовые сосочки могут ввести нас в заблуждение. Мы ощущаем вкус сладкого даже от хлористого натрия, если раствор его очень слабый (около 0,11 %), а еще более ощутимый вкус сладости — от раствора хлористого калия, примерно в два раза более слабого. Столько солей бериллия имеет сладкий привкус, что это вещество вначале было названо глюцином, то есть «сладким элементом». Некоторые соли свинца, сладкие на вкус, отнюдь не безвредны. Действительно, синтетическое соединение, которое считается самым сладким из всех известных веществ («Р-4000») и представляет собой *п*-пропилпроизводное 4-алкокси-3-аминонитробензола, является таким токсичным, что его опасно добавлять в пищу для вкуса

даже в незначительных количествах.

Мы отождествляем «сладкое» с «сахаром», и это в общем правильно. Существует, однако, основательная причина, по которой мы употребляем в пищу сахар из свеклы и тростника; этот сахар особенный, он действует на наши вкусовые сосочки больше, чем какой-либо другой. Попробовав на вкус растворы различных сахаров одинаковой концентрации, мы можем расположить их в ряд с прогрессивно уменьшающейся сладостью: сахароза (тростниковый сахар), фруктоза (фруктовый сахар), мальтоза (солодовый сахар), глюкоза (виноградный сахар) и лактоза (молочный сахар). Однако в этой последовательности нельзя заметить никакой закономерности. «Кровяной сахар» представляет собой смесь глюкозы и фруктозы — продуктов, полученных в процессе пищеварения и всосавшихся в кровь из желудочно-кишечного тракта. Владельцы кондитерских фабрик рекламируют свою продукцию, заявляя, что она богата «энергетическим сахаром» — глюкозой, которая достигает кровяного русла быстрее, чем сахароза, поскольку не нуждается в переваривании. Сахарин и цикламат (сукарил) имеют сладковатый привкус, иногда сменяющийся горьким, но они совершенно непитательны, так как не перевариваются и не усваиваются организмом.

Когда другие животные путают эти химические вещества с растворами сахара, мы делаем вывод, что в их спектре чувствительности имеется и ощущение сладости — даже если у этих животных и нет вкусовых сосочков или языка в обычном смысле слова. Большая часть чувствительных к вкусу органов у бабочек и мясных мух находится на передних лапках. Если эти насекомые попадут лапками в какой-либо раствор, который мы считаем сладким, они сразу же отличат его от соленого, кислого или горького. Действительно, передние лапки мясной мухи обладают почти в пять раз большей чувствительностью к некоторым сахарам, чем их рот. Десятидневное голодание увеличивает эту чувствительность до такой степени, что она превышает нормальную в 700 раз.

Многие животные имеют «сладкие зубы». Их так сильно привлекают все сладкие на вкус вещества, что сладости являются для них лучшей наградой. Лошадь или собака, да и ребенок, гораздо быстрее обучаются «трюкам», если за каждое хорошее исполнение они тут же получают кусочек сахара. А вот кошка не проявляет никакого интереса к сладкому. Ее вкусовые сосочки не посылают сигналов мозгу, когда ей на язык попадает раствор сахара. На основе этих различий можно в какой-то мере объяснить известную независимость поведения кошки и ее

кажущуюся сопротивляемость дрессировке.

С другой стороны, мыши и крысы своим поведением очень напоминают работников кондитерских цехов, которым любые сладости доступны в неограниченном количестве. Сначала грызуны выбирают самые сладкие вещества и съедают их слишком много. Однако скоро они насыщаются и при наличии ряда растворов сахара различной концентрации пробуют от случая к случаю все эти жидкости, но оказывают предпочтение растворам средней силы (приблизительно 10 %-ным).

Смеси растворов, которые мы определяем как сладкие, с иными — солеными, кислыми или горькими, — по-видимому, действуют на других животных так же, как на человека. Пчелы, как и мы, наиболее чувствительны к горькому. Добавление хинина к привлекающему насекомых раствору сахара быстро отпугивает всех пчел, мух и бабочек. Для них самые горькие вещества тоже являются самыми ядовитыми. Это алкалоиды, такие, как стрихнин, бруцин, никотин и хинин. Хинин стал своего рода стандартом, так как он менее токсичен, чем все остальные. Однако в обиходе о нем никогда не говорят как о желчи, давшей повод для поговорки «горький, как желчь». Мы часто удивляемся этому выражению. Кому, интересно, приходилось пробовать желчь, кто мог узнать, что она горькая? Этот продукт печени («желчь») представляет собой сложную смесь веществ; некоторые из них и придают ей горький вкус.

Ощущение горечи возникает от веществ и не имеющих отношения к алкалоидам. Концентрированные растворы хлористого калия — горькие, соленые и слегка кислые. Салициловая кислота (аспирин) горькая и представляет опасность, только если употребляется в чрезмерных количествах. Пикриновая кислота весьма горькая и очень ядовитая. Соленые на вкус иодиды к тому же горьки. Это относится и к положительно заряженным ионам, таким, как ионы магния в растворе английской соли и серебра в хлористом серебре, которое часто используется как антисептическое средство. Его закапывают в глаза, откуда оно проникает через слезный канал и нос к задней части языка.

Уже в начале 30-х годов нашего столетия стало ясно, что способность ощущать вкус некоторых веществ является врожденной. К настоящему времени на тысячах родственников прослежена способность воспринимать вкус органического соединения фенилтиокарбамида (ФТК), которое можно дешево синтезировать. Примерно семьдесят человек из каждой сотни способны различить горький привкус у растворов с низкой концентрацией этого вещества. Остальные тридцать —

«недегустаторы», они ничего не чувствуют, пока концентрация ФТК не повысится в тысячу раз по сравнению с той, которая вызывает ощущение горечи у большинства испытуемых. «Дегустаторы» унаследовали доминантный ген, который наградил их этим любопытным свойством.

«Дегустаторов» и «недегустаторов» ФТК можно обнаружить и среди человекообразных обезьян. Однако все без исключения крысы отвергают растворы, содержащие такое вещество, и делают это по весьма основательной причине. Даже небольшие дозы его, введенные через желудочный зонд, оказываются для них смертельными. Когда это было обнаружено, химики начали исследовать все сходные органические соединения и вскоре нашли такое вещество, которое было, во всяком случае, не менее токсичным, но не имело бы характерного для него привкуса. Этот яд, поступающий в продажу под названием «Анту», подмешивается к различной пище, которую кладут в определенных местах, где ее могут обнаружить крысы.

Люди редко применяют подобные методы, когда хотят сделать неприятные на вкус лекарства более приятными. Вместо этого изготовители фармакологических веществ нашли другой способ, при котором их пилюли минуют вкусовые сосочки, не раздражая пациента. Часто бывает достаточно покрыть сахарной глазурью пилюлю, которую можно быстро проглотить. Давно известная желатиновая капсула создает безвкусную оболочку, которая не растворяется, пока не достигнет желудка. Для веществ, вызывающих рвоту с неприятными ощущениями, более надежными являются «кишечные» оболочки, поскольку они сохраняются в желудке и растворяются только в кишечнике.

Несмотря на все эти предосторожности, можно ощутить вкус (а часто и запах) вещества сразу после того, как оно попадет в кровь и с нею будет доставлено к рецепторам языка и носа. Подобным же образом уже приблизительно через восемь секунд после внутривенного вливания витамина B_4 в сосуды предплечья мы ощущаем вкус земляного ореха — как только кровь, содержащая это соединение, достигнет рта. Примерно через такое же короткое время больные сообщают о вкусовых и обонятельных ощущениях после уколов мышьяковистого неосальварсана. Ни насморк, ни местная анестезия не блокируют этих ощущений, однако они полностью исчезают при повреждении вкусовых сосочков.

У нас нет причин завидовать другим живым существам, которые якобы обладают более совершенным чувством вкуса, хотя некоторые из них ориентируются в пище при помощи реакций на вкус, очень отличающихся от наших. У кролика семнадцать тысяч

вкусовых сосочков, а у коровы — двадцать пять тысяч, однако их вкусовые ощущения, по-видимому, не богаче и не беднее наших, хотя у нас только десять тысяч таких сосочков. Кроме того, было бы ошибкой полагать, что попугаю приятно есть самый острый красный перец только потому, что во рту у него всего лишь четыреста вкусовых сосочков. Фактически у него этих рецепторов больше, чем у каких-либо других птиц, многие из которых довольствуются двадцатью — шестьюдесятью сосочками. По-видимому, каждая птица может оценить пищу с помощью небольшого количества собственных чувствительных рецепторов.

Недавно выяснили, что на языке голубя насчитывается от двадцати семи до пятидесяти девяти вкусовых сосочков. Однако уже известно, что домашние голуби могут отличать крахмал от белка. Вероятно, это умеют делать и серые белки, так как они обнаруживали принесенные нами для голубей сухие твердые зернышки и в отсутствие птиц вынимали из зерен острыми зубками белые блестящие зародыши. После того как белки съедят богатую белком часть зерна, ни один голубь не станет доедать остатки, он лишь поднимет зерно, попробует его и тут же отбросит. Хоть у нас и больше вкусовых сосочков, чем у голубя, но мы не можем отличить в зерне крахмал от белка.

До сих пор еще никому не удалось разгадать, как работают наши собственные центры вкуса, а тем более понять, почему мы не ощущаем сладкого вкуса крахмала или гликогена, а некоторые животные ощущают. Никто не знает также, как развивать наше чувство вкуса; ясно лишь, что нужно обращать больше внимания на сигналы, которые наш мозг получает от языка. Ученые до сих пор почти не занимались этим чувством, вероятно потому, что оно не представляет никакой реальной ценности с точки зрения обороны или средств связи. Обоняние, слух и зрение можно назвать «чувствами на расстоянии», так как они предупреждают нас об особенностях внешнего мира, удаленных от нас. Вкус же является контактным чувством.

Обладая ограниченным набором чисто вкусовых ощущений вкупе с определенными обонятельными свойствами и тонкими тактильными сигналами, которые сообщают о консистенции пищи, мы, взяв пищу в рот, решаем, проглотить ее или нет. И это решение действительно является почти окончательным, так как любой кусок пищи, пройдя последний вкусовой сосочек на спинке языка, неизбежно отправляется вниз. Однако мы решаем, приемлема ли для нас пища, вне зависимости от ее свойств. Напротив, это зависит в основном от нашей культуры, наших привычек и степени голода. Многие люди не станут есть сыр или несвежие яйца, которые у других считаются деликатесами. В ряде

стран мира требуется обладать известной любознательностью и смелостью, которыми обычно наделены члены клуба исследователей, чтобы отведать филе питона, бифштекс из китового мяса, щупальца осьминога или кусок доисторического мамонта, извлеченного из арктической почвы, который пролежал в замороженном виде пятнадцать тысяч лет. По-видимому, только чудовищный голод покажется большинству людей основанием для того, чтобы простить каннибализм.

Правила хорошего вкуса для разных людей так же различны, как и другие виды племенных обычаев. Индусы и другие вегетарианцы не понимают своих соседей, которые едят рыбу и мясо. Мусульмане и евреи считают весьма убедительными причины, по которым они не употребляют в пищу свинины. Однако если мы заглянем в древнееврейские правила употребления пищи, то обнаружим, что Моисей разрешил детям Израиля есть саранчу, кузнечиков и жуков (*Левит* 11: 21–22).

Африканские туземцы с удовольствием лакомятся личинками самого крупного в мире жука *Megasoma goliathus*. На мексиканских рынках продают жареных кузнечиков и выставляют подносы, полные вареных гусениц. Действительно, кактусовая гусеница на дне чашки с текилой[17] — такой же признак хорошего вкуса, как и маслина в мартини. У нас нет причин сомневаться в том, что англичанам и американцам насекомые смогут доставить такое же удовольствие, как и креветки, раки, устрицы, улитки или бифштекс из моллюсков «морское ухо». Быть может, насекомые уже не будут такой проблемой для человека, если он начнет поедать тех из них, которые нападают сейчас на его посевы. То, что мы до сих пор не употребляли их в пищу, ни в коей мере не связано с какими-либо особенностями наших вкусовых рецепторов. Вкусовые органы готовы «смаковать» любые деликатесы, стоит только нам захотеть этого.

Выбирая себе пищу без учета вкусовых и связанных со вкусом качеств, мы питаемся иногда хуже, чем наши дикие собратья — животные. Пока в их распоряжении есть необходимые для питания продукты, они выбирают благоразумную сбалансированную диету. Если бы мы были дикарями, мы могли бы делать то же самое. Однако теперь нам мешают привычки цивилизации. Это из-за них огромное число людей доводит себя до истощения, так как они выбирают для себя неадекватную с точки зрения питательности пищу или человек переедает. Мы даже переносим свои недостатки на домашних животных, когда даем им человеческую пищу.

Несомненно, предпочтения, которые мы отдаем определенной пище, и табу, накладываемые культурой,

оказывают на нашу жизнь сильное влияние. Тело человека состоит почти исключительно из молекул, которые мы получаем из съеденной пищи, а она не отличается разнообразием. Даже если бы люди обладали почти идентичным генетическим наследием, как колония выращенных в лаборатории крыс, различия в их привычках к еде играли бы значительную роль при создании индивидуальных, национальных и расовых особенностей, заметных нам. Наше генетическое наследие одинаково лишь в том, что все человеческие существа при рождении одинаково беспомощны. В самом деле, редко встречаются люди, которые были бы достаточно одинаковыми, чтобы стать взаимозаменяемыми. Различия в пище помогают им оставаться непохожими друг на друга.

Мы до такой степени «являемся тем, что мы едим», что, посмотрев на обеденные столы в разных концах света, можно узнать, куда ведет нас цивилизация. То, что мы увидим, как в зеркале отразит экономическое положение людей и вкусы, к которым они привыкли. Мы заметим и признаки перемен: быстрых — в высокоцивилизованных районах и медленных — в более отсталых.

В наше время, когда за несколько дней можно добраться до любого места земного шара и когда люди все больше и больше изучают вкусы народов далеких стран, кажется неизбежным появление интернациональной диеты, которая была бы приятной для населения всего мира. К чему это приведет? Если вкусовым ощущениям суждено повлиять на наше будущее, то по крайней мере для них границ не существует!

Глава 12
Тайна жажды

Кажется вполне естественным, что одно из самых ранних упоминаний о жажде пришло к нам из пустынь Египта. Около сорока столетий назад Синух, приближенный фараона Аменемхета I, чуть не умер от жажды, когда пересекал Суэцкий перешеек. В одном из бесценных письменных источников древнего Египта сохранилось описание отчаянного положения Синуха, у которого язык прилип к нёбу, горло горело и все тело жаждало влаги. «Это и есть вкус смерти», — сказал он себе.

И сегодня такие ощущения все еще представляют собой реальную опасность. Ни один человек не проживет и трех недель, если его совершенно лишить воды. С водой, но без пищи, он может протянуть целый месяц. Однако в нашем организме,

видимо, имеется большой запас воды: она составляет 50–60 % веса тела у взрослых людей. Человек может потерять примерно пятую часть этого количества. Если же он потеряет еще больше жидкости, то умрет, а если меньше — выживет и сможет восполнить свой внутренний запас. Не имеет значения, произошла ли эта потеря внезапно, в течение одного дня, как это иногда случается с людьми в жарких пустынях, или на протяжении нескольких недель. В 1821 году некий прославившийся француз довел себя до смерти, упорно отказываясь что-либо выпить: он продержался 17 дней. Еще на пятнадцатый день он мог сохранить себе жизнь. Потерпевшие кораблекрушение, которые пробыли пятнадцать дней без воды, выдержали это тяжелое испытание.

Большинство из нас никогда не испытывало подобной жажды. Однако всем нам знакомо это ощущение. Удивительно, что, утоляя слабые побуждения жажды, как правило, весьма случайно и относясь к этому небрежно, мы тем не менее ухитряемся с поразительной точностью поддерживать наши внутренние диффузные резервы воды на одном уровне. Мы ежедневно теряем около $^2/_3$ литра воды из «водного бассейна» внутри нас; они идут на образование пота и увлажнение выдыхаемого воздуха. При нормальной сбалансированной диете мы выделяем около литра воды только с мочой и калом, которые удаляют из организма отходы ежедневного обмена веществ. В то же время мы получаем около трети литра в виде «метаболической воды», которая каждый день синтезируется при переваривании даже сухой пищи. Но стоит нам отказаться от «влажных» продуктов и жидкости, как у нас сразу возникает серьезный дефицит влаги. При слабых ощущениях жажды мы почти автоматически ликвидируем этот дефицит. Также автоматически мы компенсируем излишнюю потерю или излишнее поступление жидкости. Как мы узнаем, что в нашем организме достаточно воды? Жажда настолько неясное чувство, что мы не в состоянии сказать, где именно мы его ощущаем.

Дети скоро обнаруживают, что их отцы и матери никогда не отказывают им в питье. Сколько родителей и сегодня поступают так же, как некогда наши: заставляют в течение нескольких минут подержать во рту немного воды, «чтобы она утолила жажду» и тем самым немного успокоила нас. Мысль о том, что жажда вызывается сухостью слизистой рта, была высказана еще очень давно, но серьезное внимание привлекла к себе лишь несколько десятилетий назад, после того как с этой идеей выступил великий эндокринолог Уолтер Б. Кеннон. К сожалению, его объяснение не соответствует истине. Сухость слизистой рта, возникающая от

волнения, во время длительного публичного выступления или из-за дыхания через рот при сильной физической работе, так же как и при снижении слюноотделения, может исчезнуть от небольшого глотка лимонного сока или кислых пикулей, которые стимулируют слюнные рефлексы. Но эти паллиативные средства утоляют жажду не больше чем на несколько минут.

Когда наш организм обезвожен, чувство жажды так часто сопровождается уменьшением слюноотделения и сухостью во рту, что мы невольно считаем синонимами эту сухость и жажду. В действительности же бывает, что нам мучительно хочется пить, в то время как слюнные железы, желудок, кровь и мочевой пузырь еще полны воды. Умышленно или неосознанно этим пользуются бармены при продаже товаров. Они возбуждают жажду, свободно выставляя блюда с солеными увлажняющими рот лакомствами: соленым печеньем, ломтиками хрустящего картофеля, жареными кукурузными зернами и земляными орехами. Обильно выделяется слюна, однако в задней части горла ощущается сухость. Не выпить ли еще? Эта внутренняя сухость — признак того, что содержание соли в крови незначительно повысилось и потому нарушилось нормальное соотношение воды и соли. Подобным же образом, отведав соленой ветчины или рыбы, человек может изнемогать от жажды, пока почки не удалят соль и в крови не восстановится нормальный водно-солевой баланс. Однако эти побуждения исчезают, если заднюю часть горла смазать раствором какого-нибудь анестезирующего вещества.

Проведенные за последнее время с помощью электрофизиологических методов исследования мозга показали, что истинным центром чувства жажды является небольшая область в гипоталамусе, рядом с гипофизом. Здесь локализуются удивительные миниатюрные чувствительные органы, которые контролируют нормальное соотношение воды и солей в крови, протекающей по капиллярам сонной артерии. Уменьшение этой пропорции не более чем на 1–2 % по сравнению с нормой вызывает поток возбуждений, который направляется по сложному, непрямому пути. В связи с этим гипоталамус может выделять какой-то еще неидентифицированный гормон, к которому чувствительны клетки, выстилающие заднюю стенку горла. Возбудившись, они передают это возбуждение по соответствующим нервным проводникам к коре мозга, в результате чего и формируется осознанное чувство жажды. Не удивительно, что мы «ощущаем» его так туманно, неясно. Исследовав это чувство более глубоко, ученые смогли опровергнуть старую пословицу насчет лошади, которую ведут к воде[18]. Теперь же, посылая через тоненькие проволочки к

гипоталамусу электрические стимулы, они могут заставить лошадь пить. У животного действительно возникнет такая сильная жажда, что оно будет вынуждено возвращаться к источнику даже после того, как выпьет столько воды, сколько ему было необходимо до раздражения мозга.

Утолить жажду — значит привести в равновесие водно-солевой баланс крови. Этого можно с одинаковым успехом добиться, съевши сочных фруктов или выпив воды или какой-либо другой жидкости. В тропических странах, где водные источники часто заражены инфекцией, мы скорее предпочтем есть апельсины или другие фрукты, которые можно очистить, чем в течение двадцати минут кипятить воду из общественного источника или обезвреживать ее с помощью химикалиев. Таким путем можно предотвратить развитие жажды даже там, где из-за чрезмерной сухости воздуха с поверхности кожи и легких ежедневно испаряется от семи до девяти литров воды.

Все мы можем поддерживать в крови нужное соотношение воды и солей только в ограниченных масштабах, поскольку человеческие почки сравнительно неэффективны и у нас нет специальных желез, секретирующих соль. Нам нельзя питаться сырой рыбой, как это делают тюлени, главным образом потому, что для удаления продуктов белкового обмена нашим почкам требуется больше воды, чем можно получить из рыбьего мяса. У тюленя, напротив, выделение азотистых продуктов происходит весьма эффективно; к тому же это животное сохраняет воду, поскольку оно не потеет. Мы не можем пить морскую воду, как это делают альбатросы и многие костистые рыбы, поскольку нам пришлось бы выделять воды больше, чем мы получаем, чтобы избавиться от дополнительной соли. В каждом литре морской воды содержится около 35 граммов соли, для выведения ее мы должны были бы освободиться почти от двух литров жидкости. Альбатросы и другие трубконосые птицы могут безнаказанно пить морскую воду, так как в их ноздрях содержатся особые железы, которые забирают из крови все излишки соли и со слизью удаляют их наружу. У морских костистых рыб ту же функцию выполняют особые секретирующие соль клетки, расположенные на поверхности жабер.

Известно, что ни одно млекопитающее не пьет морскую воду для утоления жажды. Однако обитателей пустыни — кенгуровых крыс — можно к этому приучить. Эти животные выработали много специфических приспособлений к жизни в таких местах, где вода является редкостью. Они избегают сухого дневного воздуха и даже предохраняют себя от потери воды, перенося в норы в «меховых» защечных мешках высохшие на воздухе

зернышки. Там эти трофеи поглощают из почвы водяные пары, и тогда крысы съедают зерна. Весьма эффективным способом сохранения воды является и обратное всасывание ценных для организма продуктов, которое осуществляется в почках до тех пор, пока плотность солей в моче не превысит вдвое концентрацию соли в морской воде. В таком случае животным может хватить и воды, образующейся при обмене веществ, так что они за всю жизнь не выпивают ни капли жидкости. Для кенгуровых крыс глоток морской воды представляет собой дополнительную воду, тогда как для нас это просто еще какое-то количество соли.

Вероятно, верблюд мог бы обходиться морской водой почти с тем же успехом, что и кенгуровая крыса. Он выработал много способов адаптации, и мы лишь удивляемся, почему организм человека не приспособлен подобным же образом к сохранению ценной влаги. Однако почти все эти способы лежат за пределами возможностей человека. Холодными ночами в пустыне температура нашего организма не может падать до 35°, а затем на утреннем солнце медленно подниматься, достигая температуры 40,5°, прежде чем мы начнем потеть. Мы не можем переводить из печени в желудок (а не в почки) значительную часть наших азотистых отходов и снова использовать их в синтезе белков, как это, видимо, делает верблюд. Если бы нам это удалось, мы бы избежали потерь ценной влаги и в то же время уменьшилось бы количество случаев белковой недостаточности (kwashiorkor) — одного из самых распространенных в современном мире заболеваний. Мы не можем даже сохранять воду в составе нашей крови, когда исчерпаны остальные водные запасы организма, как это делает верблюд. Прожив семнадцать дней без питья, он все еще бодр, даже если потерял десятую часть воды плазмы и третью часть остальной воды в организме; верблюд может возместить свои потери за десять минут, если получит доступ к источнику питья.

Почти единственный способ адаптации, который мы можем перенять у верблюда, состоит в следующем: находясь под палящим солнцем пустыни, носить свободную шерстяную одежду в несколько слоев, как это делают арабы; такая одежда защищает поверхность тела от жары, и при этом теряется меньше воды в виде пота для охлаждения кожи. Подвергающийся действию солнечных лучей шерстяной покров верблюда толщиной до 5–6 сантиметров является лишь одним из способов такой адаптации. Другой способ заключается в том, что верблюжий жир сконцентрирован главным образом в спинном горбу, а не распределен равномерно под кожей, как у человека. Когда

температура тела верблюда повышается до 40,5°, поверхность его кожи нагревается примерно до 39,5°, и выделение тепла происходит относительно беспрепятственно. Мы можем добиться подобной теплоотдачи только при охлаждении поверхности тела на 5° или более за счет испарения пота, но при этом расплачиваемся запасами воды, которые подчас трудно восполнить. Однако без такого охлаждения изоляционная прослойка подкожного жира настолько ограничивает отдачу тепла через кожу, что температура тела может повыситься до опасного уровня.

По-видимому, адаптационные механизмы верблюда включают также и замечательную способность распознавать пригодную для него воду. Он готов пить горькие растворы, от которых мы не отказались бы только в крайних случаях. Решая, приемлема ли вода для питья, мы руководствуемся в основном ощущениями запаха и вкуса и в особенности информацией, полученной от чувствительных к соли рецепторов. Однако и они могут обмануть нас. Любопытно, что мы предпочитаем воду, содержащую небольшое количество солей. Мы можем даже отказаться от чистой воды, которая «не имеет вкуса и запаха», из-за того, что она «пресная» и «невкусная».

В Стокгольмском ветеринарном колледже доктор Янгве Зоттерман со своими сотрудниками обнаружили на языке лягушки особые вкусовые нервные окончания, которые специфически реагируют на воду и на сильно разведенные растворы хлористого натрия. Означает ли это, что лягушка улавливает в воде характерный привкус? Шведские ученые полагают, что она обладает этой способностью и, погружаясь в воду, использует ее при «дегустации» просочившейся в рот пресной воды. Так как лягушки зимой всегда прячутся в илистом дне прудов, эта мысль кажется вполне здравой. Но улавливает ли человек специфический привкус воды, отличный от вкуса соли, сладости, кислоты, горечи или пахучих веществ, растворенных в ней?

По-видимому, никто не знает, что придает такой восхитительный вкус воде, зачерпнутой жестяным ковшом из родникового колодца где-нибудь на ферме. Дело не только в одном привкусе жести, так как вы почувствуете значительную разницу во вкусе, если в том же сосуде поднесете к губам дистиллированную воду. Большинство людей, проделавших такой опыт, готовы признать, что совершенно чистая вода хороша для автомобильных батарей, но вряд ли пригодна для питья. Дождевая вода, которая дистиллируется солнцем, также лишена характерного привкуса. Даже родниковая вода, простоявшая

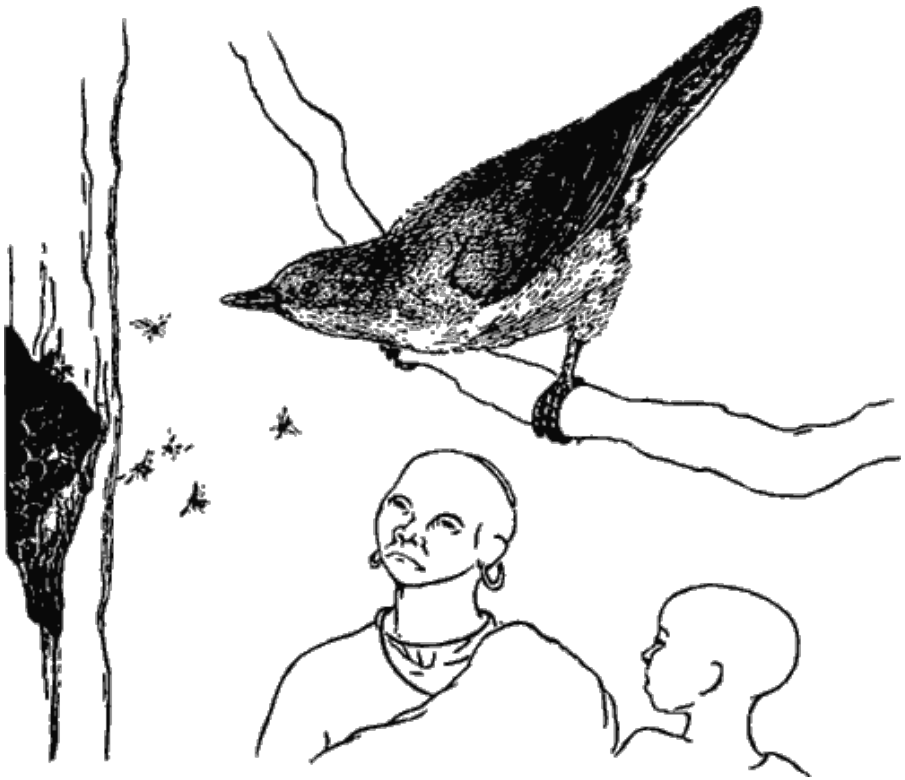
несколько недель в закрытом стеклянном сосуде, имеет более «живой» вкус.

Странно, что мы так равнодушны к чистой воде, ведь запасы свежей воды больше чем что-либо другое определяют, где человек может жить. Сегодня мы говорим не только о жажде отдельного человека, но также и о промышленной и общественной жажде. Рост города определяется тем, насколько можно увеличить его водные ресурсы. Успех многих отраслей промышленности, производства стали и сельского хозяйства зависит от наличия огромных запасов воды.

В Соединенных Штатах сегодня каждый человек, будь то мужчина, женщина или ребенок, потребляет в год в среднем 750 литров пресной воды для питья, 56 700 литров для стирки, уборки квартиры и приготовления пищи; кроме того, в расчете на каждого человека ежегодно требуется 600 000 литров пресной воды для нужд индустрии и 850 000 литров для ирригации. Значит, 180 миллионов жителей потребляют около седьмой части всей воды, приносимой в океан нашими малыми и большими реками. А если в 2000 году население нашей страны, как предполагают ученые, достигнет 360 миллионов человек, то с учетом индивидуальной, общественной и промышленной жажды мы будем потреблять до одной трети всех имеющихся запасов пресной воды.

Прежде чем пройдет столько лет, человек должен изобрести машины, опресняющие морскую воду; в противном случае население приморских районов будет страдать от хронической жажды. Но даже тогда вряд ли будет экономически выгодна транспортировка огромных количеств опресненной морской воды в засушливые районы больших континентов в тех масштабах, которые требует сельское хозяйство, промышленность и большие города. Население внутренних районов страны, по-видимому, должно полагаться исключительно на удовлетворение жажды с помощью естественных осадков. В будущем эти места могут превратиться в пресноводные оазисы, и человек будет спешить от одного такого оазиса к другому, возможно мечтая так же приспособиться к подобным путешествиям, как и верблюд.

Глава 13
Таинственные неясные чувства



Открытия последних лет в области физиологии человеческого мозга заставляют нас во многом изменить представление о нем. Мы больше не можем считать это вместилище сознания, осуществляющее непроизвольный контроль над организмом, всего лишь сложной телефонной станцией, устанавливающей связь между чувствами и мышцами или же́лезами. Недостаточно допустить также, что мозг, награждая нас памятью, выполняет роль вычислительной машины и магнитофона с запасами ленты на всю жизнь. Правда, мы все еще спорим о том, что означает «душа», и неохотно тратим время на поиски анатомического места ее обитания. Но мы все больше и больше убеждаемся в том, что в нашем мозговом аппарате скрываются некие таинственные чувства, для которых еще не найдены специальные органы.

Возможно, позже докажут, что почти все эти непонятные

чувства связаны с «центром удовольствия», недавно локализованным в мозгу с помощью электрического раздражения различных глубинных его областей. По-видимому, прямое раздражение центра удовольствия может до такой степени подменить собою пищу, половое наслаждение и чувство товарищеского общения, что ученые, которые обнаружили этот центр, опасаются последствий для человеческого рода, если беспринципные нечистоплотные люди начнут торговать самостимуляторами, раздражающими указанную область мозга.

Эти открытия, очевидно, уходят корнями в седую древность, начиная с того времени, когда Христос произнес на горе свою проповедь: «Блаженны алчущие и жаждущие правды». Однако мы должны допустить, что непреодолимые внутренние силы действительно существуют, называем ли мы их страстными желаниями, вожделениями, голодом, безудержными стремлениями к чему-либо, страстями или аппетитом. Наше чувство голода, каким бы расплывчатым и туманным оно ни было, подходит под это описание. То же относится и к нашему подсознательному желанию оказаться в безопасности, найти себе друзей или подругу и помечтать.

Еще несколько лет назад размышления о таких особенностях человеческого сознания сочли бы бесполезными и ненаучными. Теперь же они открывают дорогу для дальнейших серьезных исследований. Мы можем изучить их гораздо лучше, чем прежде. Используя весь арсенал научной аппаратуры (включая электроэнцефалограф для записи «мозговых волн»), ученые обнаружили, что сновидения являются существенной частью сна, поскольку во сне нужно «распутать клубок забот»[19]. Космические физиологи считают, что мозг человека в бодрствующем состоянии должен получать множество различных раздражений; поэтому в настоящее время они думают над тем, какие виды деятельности и развлечения предложить космонавтам, находящимся в условиях полной изоляции во время межпланетных космических путешествий. Более того, в самое последнее время психологи пришли к заключению, что если мы хотим сделать ребенка человеком, хорошо приспособленным к условиям окружающего мира, то за время воспитания в семье и общения с товарищами ему необходимо принять какое-то участие в социальных конфликтах и столкновениях. Если теперь кто-нибудь призовет нас находить удовлетворение в том, что нервная система контролирует так много различных внутренних функций организма, не отвлекая нас от чувств, «настроенных» на внешний мир, мы можем согласиться и в свою очередь спросить: «А не является ли само удовлетворение чувством?». Оно может быть

сродни «чувству» красоты или ощущению привязанности. Сколько же можно найти смутных чувств подобного типа, таящихся где-то в нашем подсознании?

Пища

Насколько расплывчатым и туманным является чувство потребности в пище? По мере приближения часа еды мы невольно начинаем беспокоиться, двигать ногами, ерзать на стуле и чувствуем, что нам становится труднее сосредоточиться на работе. В желудке могут возникнуть ритмические сокращения, все более сильные и частые, пока мы не ощутим «голодных болей». Выдающиеся физиологи Б. В. Кэннон и А. Л. Уошберн, которые впервые измерили эти сокращения, заявили в 1912 году, что голод просто является осознанным следствием этих «болей». Их утверждение было опровергнуто, так как после хирургического удаления желудка люди все равно чувствуют голод (хотя и не голодные боли), и все мы продолжаем хотеть есть и после того, как в желудок попадут первые ложки пищи и сигналы от него наконец прекратятся. Мы согласны с камбрайским архиепископом Фенелоном, который еще в XVII веке говорил, что «кулинария представляет собой искусство, которое продолжает разжигать аппетит уже после того, как удовлетворены естественные потребности в пище».

До сих пор не установлено, что является основой аппетита. Это не просто какое-то смутное ощущение того, что концентрация сахара в крови уменьшилась. Частично это объясняется существованием гормона голода — и никто не может воспротивиться подобному толкованию, так как если перелить кровь от голодной собаки к хорошо накормленной, то у сытой собаки снова пробуждается аппетит. Кровь сытой собаки подобным же образом заглушит боли у голодного животного всего лишь на несколько минут.

Любое объяснение аппетита должно учитывать и его склонность к росту, и его специфическую направленность. Мы вспоминаем, как за время пребывания в английском пансионате на Ямайке (Британская Вест-Индия) у нас постепенно возникло сильное желание отведать сладкого. Каждый день сразу же после завтрака мы уходили в поле и проводили там все время, возвращаясь только к обеду поздно вечером; с собой мы обычно брали большую корзину с бутербродами и свежими фруктами.

Завтрак был очень обильным: холодная или горячая каша, яйца, картошка, поджаренные хлебцы и чай. Бутерброды с мясом и сыром, которые мы брали с собой на второй завтрак, были просто чудесными. И обед казался нам воплощением всех наших желаний, за исключением десерта. Бисквиты со взбитыми сливками, пудинги, а иногда и ромовые бабы — все было недостаточно сладким. По привычке мы не добавляли сахара ни к каким блюдам на столе — ни к фруктам, ни к каше, ни к напиткам.

Через две недели мы почувствовали непреодолимое желание поесть варенья, сладостей, мороженого и другой пищи, более сладкой, чем Jell — O. Мы знали, что едим достаточно много, однако это желание становилось просто нестерпимым. Фунт английской сливочной помадки не принес нам облегчения. Затем наступила дождливая погода, нам пришлось сидеть дома и принять приглашение на чашку чая. Мы опасаемся, что нас сочли плохо воспитанными, так как мы не обращали никакого внимания на аккуратные намазанные маслом ломтики поджаренного хлеба, а с жадностью набросились на сладкие пирожные, которые следовало есть после хлеба, смаковали сахарную глазурь и подбирали каждую ее крошку. Внезапно мы поняли, что дома у нас никогда не развивался сахарный голод, потому что мы часто с большим удовольствием лакомились за завтраком сладким кофейным печеньем или намазанными вареньем гренками и наслаждались по-настоящему сладким десертом после обеда или ленча. Теперь невольно возникает вопрос: могли ли у нас возникнуть соответствующие потребности, если бы в нашей пище было мало жиров или в ней почти полностью отсутствовали бы белки´? Насколько различными могут быть определенные виды голода?

Друзья рассказали нам, как при пробуждении или даже ночью во сне у них возникало непреодолимое желание выпить стакан холодного молока, после того как его не пробовали в течение нескольких недель. Ни одно чувство, видимо, не напоминало им о напитке, которого они были лишены. И тем не менее нас удивляет, насколько отличается такого рода голод от чувства непреодолимого соблазна, который долгие годы испытывает бывший курильщик, когда его нос улавливает пряный аромат только что открытой пачки сигарет. Запах самого табачного дыма может показаться ему даже неприятным, однако аромат сигарет, который был когда-то таким знакомым, сохранит для него свою привлекательность.

Нам также хотелось бы знать, какая чувствительная система или какой нервный центр у самки комара (но не самца) помогает

ей найти особые виды теплокровных животных, чьей кровью она питается. Конечно, ею движет белковый голод, так как самка выбирает жертву с такими белками в крови, которые может усвоить ее организм. Из этих продуктов она синтезирует богатые азотом соединения, необходимые для нормального развития ее яиц.

Во время путешествий, которые совершают самки комаров по «извилистым дорогам» над местностью, насчитывающей до трех километров в поперечнике, они черпают энергию главным образом из сладкого нектара, который выпивают из встречающихся на пути цветов. Однако, даже останавливаясь, чтобы сделать этот крошечный глоток, самки комаров продолжают настороженно выслеживать свою теплокровную жертву. Их выбор падает на многие виды птиц и млекопитающих, которые обитают в этом районе. Комары, утоляющие голод кровью леммингов в те годы, когда эти животные сильно плодятся, вынуждены довольствоваться кровью оленя или спящей птицы, когда леммингов бывает очень мало.

Раньше считали, что самка москита остается бесплодной, если ей не удалось найти подходящий источник крови. Однако недавно были обнаружены комары, которые откладывают небольшие кучки яиц и без кровяной пищи, мобилизуя собственные белковые запасы. Они используют при этом маленькие кусочки сохранившейся личиночной ткани, которая находится между органами взрослого насекомого. Некоторые виды скандинавских комаров после долгих и безуспешных поисков свежей крови могут переваривать собственные летательные мышцы груди.

Если мы не можем найти удовлетворительного объяснения тем видам голода, которые все мы время от времени испытываем, то как же нам удастся объяснить более таинственные разновидности голода, ощущаемые другими живыми существами? Особенно изумляют нас животные, пожирающие в огромных количествах такие вещества, для переваривания которых у них нет соответствующих агентов. Как удалось некоторым тараканам и термитам выработать привычку поедать сухое дерево и бумагу, а небольшой группе птичек величиной с дрозда, заселяющих леса от Южной Америки до острова Борнео, развить аналогичную любовь к пчелиному воску?

Определенно в кишечнике у этих необыкновенных насекомых и своеобразных птиц живут микроорганизмы, использующие непереваренные вещества и превращающие целлюлозу в крахмал и сахар, а воск — в усваиваемые организмом остатки. Тем не менее эта проблема не разрешена. Что произошло раньше:

появились ли микроорганизмы в кишечнике или была выбрана неусвояемая пища? Быть может, лесные тараканы и питающиеся деревом термиты выработали общественный образ жизни для того, чтобы передавать от одного поколения к другому наследственный дар в виде расщепляющих целлюлозу микроорганизмов? Или же насекомые, для которых общественная организация имела другое значение, приобрели кишечных микроорганизмов и только после этого смогли перейти на чисто целлюлозную диету?

Лесные тараканы и термиты с удивительным постоянством придерживаются столь странного пищевого рациона, поскольку приобщаются к нему сразу после того, как вылупятся из яйца. В противоположность им питающиеся воском птицы Старого Света не имеют возможности удовлетворять свои причудливые вкусы до тех пор, пока не станут почти совсем взрослыми. Каждая из этих птиц воспитывается как приемыш у чужих родителей, подобно европейским кукушкам. Однако, вылетев из гнезда, охочие до воска птицы начинают наведываться в пчелиные гнезда, разоренные барсукоподобными медоедами или местными жителями. Вскоре наступает новая стадия: птица становится крылатым гидом, который своим щебетаньем привлекает внимание медоедов и местных жителей. За полчаса она подводит их к дереву с пчелиным гнездом, отчего этих птиц и стали называть по-английски «honeyguides»[20] и выделили их в особый род *Indicator*. Недавно отыскался ключ к истории об этих птицах. Медоуказчики получают своего бактериального партнера вместе с дрожжами из пчелиных сотов дикого улья. Неизвестный кофактор, который находится в пищеварительном тракте этих птиц, позволяет бактериям и дрожжам вместе работать над пчелиным воском, быстро превращая его в относительно простые жирные кислоты, полезные для птицы, и питательные вещества, важные для микробов. Это содружество формируется заново у каждого отдельного медоуказчика. И все же явное пристрастие этой птицы к воску остается загадкой.

Несмотря на то что такие громадные молекулы, как восковые и целлюлозные, фактически нерастворимы ни в воде, ни в слюне, всегда можно предположить, что они обладают запахом или вкусом, который могут уловить животные. Птицы реже тараканов полагаются на вкус и запах, так как у большинства из них необходимые чувствительные органы имеют лишь символическое значение. Но и они могут обладать минимальной чувствительностью.

Однако голод нельзя объяснить ни ощущением вкуса, ни запахом. Откуда птица узнает, что камешки, давящие на стенки ее

второго мускульного желудка, стерлись и стали маленькими и гладкими? Нам может показаться вполне благоразумным, что птица намеренно заглатывает мелкие камешки, когда мы узнаем, что во втором желудке у птицы пища может перемалываться только при наличии в нем твердых осколков. Но что запускает этот инстинктивный механизм поедания камешков? Как выработался такой инстинкт? Что же можно сказать о гигантских динозаврах эпохи пресмыкающихся, которые наполняли желудки камнями величиной в человеческий кулак? Сегодня охотники за ископаемыми, обнаруживая эти «гастролиты», понимают, почему они стали гладкими. Хотя динозавр наверно мог найти различия во вкусе между известняком и гранитом, удивительно, что он стремился заглатывать куски обеих этих пород.

У животных так много целенаправленных действий, что стоит поломать голову над тем, отчего совершаются те или иные инстинктивные поступки. Ученые убеждены, что представители нечеловеческих форм жизни не идут по пути начального опознания потребности, а затем дальнейшего ее удовлетворения. Мы склонны считать, что имеем дело с действиями, основанными на случайном опыте индивидуума, или что это врожденные черты, возникающие через случайные мутации, которые затем становятся полезными адаптациями.

Вернее, часто мы останавливаемся в нерешительности: какое объяснение дать поведению животного. Что это — игра, или желание попрактиковаться, или что-то еще более туманное? Отчего совершенно сытая кошка стремится преследовать, ловить и убивать мышей и мелких птичек? В диких условиях медоуказчик указывает дорогу к пчелиному дереву, затем садится рядом и не пытается увеличить свои запасы воска, которые остались у него от последней трапезы. Птица даже может улететь прочь до того, как к ней вернется аппетит. Любое реалистическое объяснение аппетита должно ответить на вопрос, почему уже насытившиеся животные продолжают добывать пищу. Быть может, после правильной интерпретации этих фактов станет ясно, почему многие люди после приобретения богатства продолжают работать так же много, как и в пору своей бедности. Несомненно, дело тут не только в привычке!

Половое чувство

У различных животных — от насекомых и до человека —

пища приобретает особое значение, когда самец приносит что-нибудь съедобное в подарок своей подруге, за которой ухаживает. Связь между вкусовым, обонятельным и половым чувствами становится особенно очевидной, когда мужчина приносит своей избраннице коробку конфет. Что касается человека, то мы часто считаем, что этот подарок символизирует ответственность мужчины перед семьей, его готовность обеспечить ее и взять на себя все заботы о ней. По-видимому, такое заключение соответствует примерам из современной жизни, когда родительская забота проявляется в неизмеримо больших масштабах, чем прежде. Американский отец, который предоставляет своему сыну в период его ухаживания за девушками спортивный автомобиль, лишь немногим отличается от африканца из южных районов Сахары, который получает жену в обмен на скот — три телки и два быка за невесту для сына и подобный же выкуп (лобола) за новую жену для себя.

Может быть, подобное суждение небеспристрастно и не учитывает первоначального смысла этого обычая. У таких животных, где в качестве подарка самец предлагает особям противоположного пола пищу, она часто служит только для отвлечения внимания и для успокоения самки во время спаривания. Богомол при этом доходит до крайности — его самец сам становится съедобным подарком для своей каннибалообразной самки. В качестве примера другой крайности можно привести парящую бабочку *Bittacus* с крылышками, черными на концах; она питается москитами, пауками, другими мелкими насекомыми. Самец *Bittacus* ловит вкусного сочного москита, презентует его самке, быстро спаривается с ней, пока она поедает это приношение, а затем забирает от нее остатки жертвы и поочередно предлагает их другим готовым к спариванию самкам до тех пор, пока они не высосут из москита все соки и этот «подарок» не потеряет в их глазах своей притягательной силы.

Знаменитый энтомолог Вильям Мортон Вилер проследил за тем, как протекают обряды преподношения подарков у маленьких бабочек разных видов. Некоторые презентуют потенциальной «супруге» лакомый кусочек пищи. Другие сначала заботливо и аккуратно заворачивают подарок в покрывало, сотканное из выработанного ими шелка. Еще один вид бабочек просто склеивает из шелковых прядей пустой баллончик, нечто вроде игрушечного воздушного шарика, который отвлекает внимание самки; таким образом покупается ее расположение при спаривании. В поведении самца, который осторожно забирает обратно игрушку после того, как самка наиграется ею, и

использует ее для завоевания благосклонности другой самки, Вилер увидел сходство с мужчинами-поклонниками, которые смущенно забирают обратно обручальное кольцо и надевают его на палец другой дамы.

Игровые приемы самца при ухаживании за самкой должны привести к удовлетворению его внутренних побуждений в результате обладания ею. Мы можем заметить, что от настойчивости самцов выгадывает весь вид. На многочисленных примерах установлено, что очень часто подобное поведение стимулируется циркулирующими в крови специфическими гормонами. Но где же именно в нервной системе находятся те чувствительные области, которые отвечают за этот стимул, направляя действия самца к противоположному полу? До тех пор пока их не найдут, сексуальный голод останется для нас таинственным, непонятным чувством, несмотря на то что он столь широко распространен в царстве животных.

Почти наверняка чувствительные органы, от которых зависит половое чувство, спрятаны глубоко в нервной системе. По всей видимости, они развиваются или становятся полезными к тому времени, когда между нервными клетками образуются новые связи. Таким образом, время, когда у самца просыпается половое чувство, совпадает с достижением им физической зрелости. Для большинства животных созревание нервной системы сопровождается появлением целого ряда новых инстинктов, которые обеспечивают правильное и почти автоматическое использование половых органов. Только человек нуждается в инструкциях, и всего лишь нескольким особенно чистокровным породам домашних животных требуется действенная помощь при спаривании. У остальных представителей животного царства половые инстинкты формируют цепочку реакций, основанных на реальных внутренних влечениях, таких, как голод, жажда или страх, а иногда даже и более сильных. Можно считать, что каждый шаг на этом пути приводит к определенному результату, а он в свою очередь является стимулом для следующего шага. Если какой-либо из таких шагов не реализуется из-за какого-то препятствия, последовательность реакций в цепочке может приостановиться до тех пор, пока не будет найден способ обойти это препятствие.

Часто эту цепь инстинктов приводят в действие другие чувства. Запах, вид или звуки самки заставляют самца приблизиться к ней, чтобы при спаривании оплодотворить ее половые клетки. Только этот конечный акт и имеет значение. Но какие поистине извилистые сенсорные пути ведут к окончательному завоеванию, пока сперма не достигнет яйца!

Половое чувство очень важно, потому что землю населяют не слабые, а сильные и гибкие существа. Наши шансы выжить на земле значительно повышаются, от того что человеческий род состоит не из однородной массы, а включает в себя большое число различных типов. Каждый самец своим вкладом неизмеримо способствует увеличению разнообразия среди собственных отпрысков. Таким путем он обеспечивает появление многостороннего гибкого потомства, которое будет проверено на жизнеспособность воздействием окружающей среды. Тем самым мы как бы боремся сегодня за право на будущее.

Среди наших друзей-животных встречаются и маленькие самцы. Их жизнь может быть короткой, но сексуальный аппетит у них отменный. Обычно благодаря этому аппетиту самец проявляет готовность, способность и желание спариваться почти с любой зрелой самкой. Ей, напротив, присуща обременительная функция образования яиц и часто заботы о молодом поколении. Время половой зрелости самца должно соответствовать периоду половой готовности самки. Часто он ухаживает для того, чтобы по ответам самки выяснить, когда она готова принять его. Видимо, все чувства у самца настроены на эти ответы.

Даже тогда, когда самка физиологически уже готова к спариванию, она может этого не почувствовать. У животных, поведение которых определяется разветвленной сетью инстинктов, всю жизнь можно разделить на отдельные действия, основанные либо на внутреннем побуждении голода, либо на внешнем стимуле голода или страха, либо и на внешнем, и на внутреннем половом влечении. Ухаживание самца помогает самке сделать переключение с одного из этих отдельных побуждений на другое — половое. И когда это переключение в действительности произойдет, ее чувства, вероятно, будут уже достаточно пробуждены, чтобы она ощутила сильное желание сблизиться с любым находящимся поблизости самцом.

Отчасти из-за того, что большинство научных исследований сексуального поведения проводилось мужчинами (от Фрейда до Кинси), женщина во многих случаях еще остается загадкой, которая ставит нас в тупик. Как часто ее поведение, возбуждающее мужчину, кажется просто обычным проявлением женственности, словно она поступает так только ради собственного развлечения. Лауреат Нобелевской премии Анатоль Франс очень хорошо сказал об этом в своей блестящей аллегории «Остров Пингвинов», особенно в том месте, где дьявол (в обличье почтенного монаха) в первый раз набросил одежды на молодую пингвинку. Несмотря на бесконечное скопление объятых желанием самцов, «она оставалась спокойной, словно ничего не

замечала».

Независимо от того, возникла ли человеческая цивилизация так, как это сатирически описал Анатоль Франс, или иначе, обряд ухаживания у примитивных народов часто почти так же неизменен, как и инстинктивное поведение животных. По-видимому, в человеческом обществе мужчина при всей своей изобретательности отыскал мало новых способов завоевать расположение дамы, которые не использовались и не варьировались бы до бесконечности более мелкими живыми созданиями; но чаще всего он их не замечает. Однако одно различие между людьми и животными несомненно существует. За исключением человеческого рода, в животном мире хозяйками положения обычно являются самки: самец не сможет с ними спариться, если они не помогут ему. Женщина же может очень пострадать, если подвергнется насилию мужчин, у которых она пробудила сексуальный аппетит. С этим различием, вероятно, связано наше весьма продолжительное детство; оно также явилось причиной длительной родительской опеки, объединения семейных групп и возникновения самой цивилизации.

Безопасность

Реакция самки на половой голод осуществляется совершенно иными путями, нежели реакция самца, и обычно связана с другим туманным и непонятным чувством — чувством безопасности. Мы можем назвать это чувство уверенностью в себе, самонадеянностью, способностью полагаться на что-либо и даже старым словом «spirit»[21]. Это чувство связано у животных обоего пола с ощущением себя по отношению к миру, который является для них таким же реальным (хотя и глубоко скрытым), как и картина окружающей нас среды, создаваемая в мозгу на основе информации, которая поступает от ушей, глаз и органов осязания. Те вечно робкие и боязливые люди, у кого чувство уверенности в себе недостаточно развито, испытывают из-за этого немало мучений.

У самых различных животных, особенно тех видов, которые строят гнезда или как-либо охраняют свое потомство, чувство безопасности тесно связано с необходимостью обеспечить своих птенцов пищей. Появляются все новые методы для измерения различий такого рода между полами. Недавно была обнаружена интересная особенность в работе человеческого мозга, скрытая

где-то в «счетном механизме» его зрительных центров. Эта область связана с нервными путями, по которым передаются сигналы, регулирующие размеры зрачка — отверстия в радужной оболочке, через которое свет проникает к задней камере глаза, имеющей важное значение. Когда мозг опознает объекты, представляющие для данного человека особый интерес, диаметр его зрачков сильно увеличивается, иногда на 17 %. На женщину самое притягательное действие оказывает изображение матери с ребенком — даже больше, чем изображение одного ребенка. Мужчины почти не реагируют на фотографии детей или матерей с младенцами, но проявляют большой интерес к картинам природы — тема, которая у большинства женщин вызывает отрицательную реакцию. Как и следовало ожидать, фотографии обнаженных фигур противоположного пола приводят к быстрому расширению зрачков, тогда как изображения представителей того же пола не пробуждают никакого интереса.

Все еще неизвестно, как давно возникли эти различия в поведении, при которых выявляются определенные интересы. Тем не менее в Висконсинском университете доктор Гарри Ф. Харлоу изучает возникновение чувства уверенности у детенышей обезьян. Они обретают его подле своих искусственных матерей, стоит им лишь коснуться их грубошерстной одежды и обнять их своими ручонками. После того как в клетку бросали незнакомый предмет, по-видимому, маленькая обезьянка успокаивалась быстрее, если туловище «матери» слегка покачивалось. Сколько же внешних чувств являются дорогами, которые ведут к центру мозга, спрятанному глубоко внутри, и на этом «липком» для импульсов месте рождают ощущение уверенности!

Ощущение безопасности усиливается у цыпленка, когда он укрывается под крыльями мамы-курицы. Детеныш носорога, спасаясь от опасности, бежит к своей матери, к той части ее огромного туловища, которая наиболее удалена от напугавшего его объекта.

Наше чувство уверенности становится значительно сильнее, когда мы находимся в безопасности у себя дома. Можно сделать вывод, что предки современных англичан столь смело отправлялись на завоевание мира, потому что закон гарантировал полную безопасность их домов; в этом смысле дом англичанина был крепостью. Дом с его нерушимостью в какой-то степени играл роль матери. В настоящее время во многих странах, по примеру англичан, этот источник уверенности гарантируется законом.

Для формирования истинного чувства безопасности необходимо и взаимное общение. Те висконсинские обезьянки, у

которых возникла «детская любовь» к покрытому материей куску дерева, так и не стали нормальными взрослыми обезьянами. Без заботы, которую они могли бы получить, без шлепков выведенной из терпения матери они так и не научились следить за собой или хотя бы проявлять настоящий интерес к другим обезьянам. В джунглях обезьяны часто касаются друг друга во время игр. Тем самым они восполняют отсутствие дома, обретая безопасность в обществе себе подобных.

Удивительно много совершенно непохожих друг на друга животных считают такое общение очень важным. Многие бабочки и летучие мыши подыскивают места для ночлега где-нибудь неподалеку от своих сородичей. Мигрирующие кузнечики и птицы, как правило, путешествуют группами. Шмели и пурпурные ласточки вьют гнезда поблизости от своих соплеменников. Темной ночью антилопы и кролики обычно питаются в сообществах. Изгнанное из стада животное фактически превращается в бродягу и настолько истощается в физическом отношении, что, кажется, готово умереть от одиночества.

Психиатр может обнаружить у такого бездомного отщепенца симптомы комплекса неполноценности и признаки беспомощности, которые возрастают пропорционально степени проступка, совершенного в стаде. Это либо резкие и порывистые движения, либо, наоборот, робкие и неуверенные, как у человека, оказавшегося в кромешной тьме или в незнакомой обстановке. Возможно, нервные пути, по которым поступают в мозг сигналы, вызывающие у такого отщепенца чувство безопасности, больше не поставляют нужных сведений, и отсюда логически вытекает подобное поведение одиночки.

Различные химические вещества могут проникать к таинственным центрам нашего чувства безопасности. Транквилизаторы, видимо, действуют именно таким образом. Эти терапевтические препараты, которые снимают нервное напряжение у человека, не являются беспрецедентными в животном царстве. Объединяющий колонию транквилизатор, вырабатываемый пчелиной маткой, определяет всю организацию пчелиного улья. Рабочие пчелы не могут без него обходиться. Сегодня мы знаем химический состав этого сложного вещества, но остается неизвестным, почему оно нравится рабочим пчелам, как им удается распределить его столь демократично или каким образом оно в правильной последовательности фокусирует внимание каждой пчелы на инстинктивных побуждениях, будто нервная система каждое утро издает новые инструкции на день.

Нас интересует также, на какую часть крошечного пчелиного мозга оказывает воздействие «вещество, выработанное маткой».

Эти клетки определенно окажутся аналогом нашего гипоталамуса — центра мозга, где неподалеку от гипоталамо-гипофизарных связей спрятано большинство наших таинственных чувств. Кажется вполне логичным, что гипоталамусу присущи сенсорные функции, так как в эмбриональном периоде он развивается из того же самого отдела мозга, что и светочувствительная часть глаза. В процессе эволюции ретина оказалась выпяченной, образовала соединение с роговицей и хрусталиком, производными кожи, и начала служить для установления непосредственной связи с внешним миром. Все остальные чувствительные функции этой области человеческого мозга развивались в соответствии с другими частями тела. Их можно рассматривать как чувства, «смотрящие внутрь». Этим и объясняется та сложная роль, которую они играют в зрелом организме.

Как правило, отвечая на сложные неясные вопросы, наука ставит целый ряд еще более спорных вопросов. Она проникает в глубь явлений и обнаруживает во Вселенной все больше порядка и «справедливости». Ни одна сторона науки не обладает в глазах ученого такой притягательной силой, как этот порядок и справедливость. Каждое новое открытие, которое занимает определенное место в старой теории, непосредственно связано с чувством уверенности и безопасности. С этим же чувством связана и удивительная простота законов природы. Все это вызывает интеллектуальное удовлетворение, носящее интернациональный характер; оно не зависит от места и времени и является очень заразительным.

Сон и сновидения

В гипоталамической области мозга человека скрыты другие таинственные чувства, для которых еще не найдены специальные центры[22]. Одно из этих чувств уводит нас от реальности и жестких рамок существующих обстоятельств и, по-видимому, больше всего проявляется во время сна. Центр сна также находится в гипоталамусе. Но что такое сон? Основной вид отдыха, состояние, из которого нас быстро можно вывести с помощью различных раздражителей? Ни одна из предложенных до сих пор теорий не дает сколько-нибудь удовлетворительного объяснения этому регулярно повторяющемуся периоду «выключения» сознания. Ни одна из них не объясняет, почему

даже добровольное длительное (от 30 до 60 часов) бодрствование приводит к глубоким психологическим изменениям, таким, как потеря памяти, галлюцинации, а иногда и распад личности. Они не могут ответить и на вопрос, почему крупный рогатый скот и овцы в здоровом состоянии, видимо, могут обходиться почти без сна или совсем без сна; впрочем, учитывая, что пищеварительные процессы у жвачных животных усложнены, в этом можно увидеть определенные преимущества.

Любая теория сна должна объяснить, что означает это состояние для бабочки и пчелы, для улитки или осьминога, а также для рыбы или крокодила. Эти животные, подобно птицам и большинству млекопитающих, несколько часов в сутки должны проводить в состоянии бездеятельности, даже если у них нет век, которыми можно закрывать глаза. Сон нужен и животным в тропических странах, где день примерно равен ночи, и обитателям Заполярья, где сначала день, а затем ночь длятся 24 часа.

После сытного обеда мы противимся желанию поспать, как делают многие животные; но какое таинственное чувство пытаемся мы при этом игнорировать? Ведь во время подобного бессознательного состояния активность нашего желудка повышается и улучшается пищеварение. Какой следящий за порядком внутренний глаз оглядывает наши чувствительные горизонты, чтобы узнать, все ли в порядке? Для человека идеальными условиями сна являются затемненная комната, привычная постель, неподвижный воздух и тишина или тихая колыбельная песня — условия, которые наши далекие предки могли создать и в пещерах.

Возможно, мы делаем ударение не на том месте. Быть может, магическая сила сна заключается не в улучшении пищеварения или выключении сознания, а в том, чтобы свободно видеть сны. Вспомним страхи Гамлета: «Уснуть… и видеть сны?». Сейчас психологи из Чикагского университета заинтересовались, не являются ли сновидения столь же необходимыми, как сам сон. Вместе с доктором Натаниэлем Клейтманом и другими экспериментаторами, которые принимали участие в опыте как испытуемые, они изучали зарегистрированную с помощью электронных устройств электрическую активность мозга и динамику закрытых глаз во время сна. Пробуждая спящего каждый раз, когда энцефалограмма показывала, что он начинает видеть сон, экспериментаторы смогли уменьшить общую продолжительность сновидений на 75–80 %. Через несколько дней, в течение которых проводились эксперименты, эмоциональное состояние испытуемых ухудшалось. У них

возникало беспокойство, повышенная раздражительность и другие симптомы, обычно связанные с бессонницей. Ничего подобного не наблюдалось у испытуемых, если их будили так же часто, но не во время сновидений. Говорят, что доктор Чарльз Фишер из госпиталя на Синайской Горе в Нью-Йорке высказал предположение, «что сновидения позволяют нам всем без исключения на протяжении всей жизни каждую ночь спокойно и благополучно сходить с ума».

Некоторые люди утверждают, что они никогда не видят снов. Другие же помнят свои фантазии очень живо или даже просыпаются, когда в их мозгу при выключенном сознании вырисовываются слишком страшные или невероятные картины. По-видимому, спящий мозг развлекается. Он выбирает из памяти различные куски, создает из них невероятные комбинации и интерпретирует их таким путем, который в бодрствующем состоянии оказывается заторможенным. По-видимому, каждый человек видит сны. «Непомнящие» с удивлением убеждаются в этом, когда их быстро будят во время сновидений — состояний, которые проявляются в характере мозговых волн и сканирующем подергивании закрытых глаз. Эти объективные признаки сновидений были сначала обнаружены при изучении сна младенцев. У детей, как и взрослых, наступает такая стадия сна, когда прекращаются почти все движения и закрытые глаза начинают «блуждать», как будто они следят за интересными объектами. Когда сновидение прекращается, глаза становятся неподвижными и можно наблюдать движения тела.

Взрослые могут стереть всякую память о снах, если потом непрерывно поспят хотя бы 10 минут. Редко сновидения действительно приводят к какой-либо мышечной активности. Сигналы, которые заставляют нас в бодрствующем состоянии что-либо делать, видимо, ослабевают на своем пути от спящего мозга к мышцам. Лунатики, вероятно, являются исключением в том смысле, что их мозг работает так же, как у бодрствующего человека. Все остальные люди могут только в сознательном состоянии сформировать на основании прошлого опыта ответ в виде действия или отсутствия действия, «не делая того, что кажется естественным!».

А что мы знаем о сне животных? Видят ли они сны? Спящая перед камином собака часто лежит на боку с закрытыми глазами и опущенными ушами; однако она подергивает лапами и время от времени фыркает во сне, как бы наслаждаясь своими охотничьими фантазиями. Иногда птицы в клетке, не проявляя признаков бодрствования, с плотно закрытыми глазами тихонечко поют.

Вероятнее всего, разрешив эти загадки, мы откроем множество других таинственных чувств и выявим новые особенности, присущие всему живому. Однако почти наверняка некоторые ответы придут интуитивно, во время сновидений. Немецкий химик Фридрих Август Кекуле фон Штрадонитц, который, проживи он еще с десяток лет, мог бы получить Нобелевскую премию за предложенную им кольцевую формулу молекулы бензола, рассказывал, как эта кардинальная идея пришла к нему во время сна. Вокруг него танцевали воображаемые молекулы, причем некоторые из них по форме напоминали змей. Одна из этих змееобразно извивающихся молекул захватила в рот свой собственный хвост. «С быстротой молнии» спящий разум Кекуле осознал, что здесь кроется объяснение загадочных свойств бензола! «Учитесь видеть сны, джентльмены, — писал он позднее. — Тогда, возможно, мы найдем истину. Однако мы не должны заботиться об оглашении наших снов, пока их не подвергнет испытанию бодрствующий разум».

Не правда ли, многим из нас во сне или полусонном состоянии чудилось, что наше тело обрело крылья и мы летим по воздуху? Путешествие в реактивном самолете не удовлетворяет этого желания, хотя сам по себе самолет представляется реальным действенным результатом научной выдумки. Выдумки любого рода похожи на пересказы сновидений, причем некоторые из них считаются пророчествами, когда они сбываются. Мы можем задать вопрос, как далеко продвинулась бы в настоящее время цивилизация, если бы в прошлом не было людей, которые умели видеть сны. Каким-то все еще непонятным нам образом они использовали таинственную сенсорную область мозга, прокладывая путь в иное будущее, которое нельзя было предугадать с помощью «внешних» чувств.

Когда мы видим сны, наш разум освобождается от ограничений существующей реальности и мы попадаем в воображаемый мир, подобный, но не идентичный тому, который знаем. В различиях между этим миром снов и реальным миром (где все по-своему неповторимо) мы улавливаем частицу нашей собственной личности, которая скрыта еще глубже, чем любое таинственное чувство в гипоталамусе. Это и есть наше подсознательное «я», чье влияние на наши осознанные действия слишком неуловимо, чтобы быть замеченным, за исключением редких случаев.

Сон позволяет активизироваться нашему подсознательному «я». Но можем ли мы в бодрствующем состоянии извлечь его, хотя бы на мгновенье? Иногда мы долгое время находимся в

замешательстве, прежде чем принять трудное решение, и не видим никакого ясного выхода на основе известной нам информации; тогда мы бросаем монетку. Немедленно выбор будет сделан по воле случая, и по нашему восторгу или разочарованию мы узнаем, что предпочитало наше подсознание. Если бы только мы могли понять связь, существующую между таинственными чувствами и нашим подсознательным «я» в процессе принятия решения, многие загадки в нашей жизни быстро решались бы сами собой.

Глава 14
Который час?

Как часто, поставив будильник на какой-то для нас непривычный час, мы вдруг возвращаемся к действительности из сонного состояния за минуту или меньше до сигнального звонка! Часы не издают перед этим никакого предупреждающего щелчка, и мы полагаемся на звонок, как на преданного слугу. Многим людям даже не нужно заводить будильник. Они просыпаются в назначенный час, словно их будит внутренний часовой механизм.

Вероятно, большинство из нас достигает этой цели, ежедневно поднимаясь в определенное время суток. Часто мы приписываем это привычке, забывая, что мозг не работает как самохронометр, сообщая, что мы проспали некоторое постоянное количество часов. Наши внутренние часы намного лучше любых песочных. У них имеется 24-часовой цикл, достаточно независимый от того, в котором часу мы легли спать. Если мы каждый день подсознательно ставим их на 6. 30 утра, они толкают нас к пробуждению около этого часа, при условии что

накануне мы не легли спать совершенно разбитыми.

Вполне вероятно, что после изобретения механических часов, на которые и стали полагаться, мы почти забыли, как пользоваться живым часовым механизмом, находящимся внутри нашей нервной системы. Доктор Густав Экштейн рассказывает забавную историю о покойном швейцарском композиторе Эмиле Жаке Далькрозе, который обычно развлекался со своим сыном во время совместных вечерних прогулок следующим образом. У отца в руках были часы. Он ждал, когда они начнут отсчитывать новую минуту, затем внезапно закрывал циферблат и говорил «три» (или называл другое число по выбору — интервал времени, который нужно оценить). Какое-то время они шли молча, а затем отец и сын выкрикивали: «три» — обычно одновременно. И отец открывал циферблат часов и видел, насколько близкими к истине были их оценки. Жак Далькроз уверял, что любой может играть в эту игру с таким же успехом, если только он будет спокоен и не станет обращать никакого внимания на внешние часы.

Однажды мы проводили рождественские каникулы в Гондурасе, в Заморанской панамериканской сельскохозяйственной школе. Большинство студентов из стран Латинской Америки осталось в школе по очень простой причине: они жили на стипендию, приехали из далеких мест, а поездка домой на каникулы им не оплачивалась. Поэтому на территории школы царило необычайное оживление: каждый вечер в одних комнатах устраивали дискуссии, в других — импровизированные музыкальные концерты. Где бы ни появлялись три, четыре или пять студентов с маримба[23], их тут же окружала группа молодежи. Сначала каждый музыкант как бы разжигал себя сольным номером, исполняя по своему выбору какую-нибудь ритмическую музыку. Затем после некоторого отбора оставалась понравившаяся всем мелодия, и вдруг, словно включался большой оркестр, разом вступали трио, квартет или квинтет. Они продолжали играть слаженно, исполняя партии и сложные вариации, и все это без нот и без дирижера, который поддерживал бы бодрящий ритм. Шесть рук, восемь рук, десять рук, каждая ударяла в нужный момент или застывала на мгновение над инструментом, пережидая синкопированную паузу, столь характерную для музыки Латинской Америки, прежде чем снова ударить по инструменту в определенную долю секунды.

То, что человеческий организм обладает внутренним метрономом такого рода, гораздо менее удивительно, чем если бы у нас его не было. В сущности, у каждого вида животных есть своя система отсчета времени, нечто вроде персонального хронометра, по которому он живет. Многие из этих живых часов с

удивительной точностью продолжают идти в течение нескольких дней или даже недель после того, как животных помещают в лабораторные условия, отличающиеся исключительным постоянством во всем, что только можно предусмотреть. Постоянными могут быть интенсивность света, уровень шумов, влажность, атмосферное давление и ассортимент пищи. Изменения температуры имеют меньшее значение, потому что почти все живые часы прекрасно приспособлены к таким медленным изменениям в диапазоне примерно от точки замерзания до температуры чуть выше той, какую имеет кровь человека.

Все часовые механизмы у живых существ должны иметь химическую основу. Конечно, для этого не требуется сложной нервной системы, так как растения и одноклеточные организмы тоже обладают способностью чувствовать время. До сих пор, однако, тщательнее всего изучали животных, пытаясь найти у них неуловимый внутренний хронометр.

Маленькая фруктовая муха *Drosophila*, которая очень легко проникает в дом сквозь густую оконную сетку и кружит над столом со спелыми фруктами, обычно достигает зрелости примерно за час до рассвета. Это происходит даже в том случае, если поместить личинку в полную темноту на следующий же день после ее появления и держать там 3–4 дня, пока она не превратится в куколку, а затем еще 4–5 дней, пока ткани питающейся дрожжами личинки не преобразуются в тело крылатой взрослой особи. Появление на свет этой маленькой мушки перед самым восходом солнца позволяет ей воспользоваться периодом наибольшей относительной влажности за целые сутки. Мягкотелая муха может полностью развиться в насекомое уменьшенного размера и ее водонепроницаемый внешний покров затвердеет до того, как сухой воздух отнимет у нее минимальный запас влаги.

Если на все время созревания оставить яйца фруктовой мухи в полной темноте, то куколка превратится во взрослую муху не обязательно перед рассветом. Чтобы «завести» свои часы, личинка куколки должна получить по крайней мере одну короткую вспышку света, символизирующую рассвет, более чем за два дня до того, как она из куколки превратится в зрелое насекомое. Обычно эта муха изо дня в день корректирует свой часовой механизм по отношению ко времени рассвета. Но при необходимости муха будет развиваться в темноте без всякой временной коррекции с того момента, когда она впервые завела свои часы, и до тех пор, пока куколка полностью не подготовится к превращению во взрослую муху; затем она будет ждать, пока

внутренние часы не подскажут ей, когда наступит определенный час суток, необходимый для окончательного превращения.

Подобные внутренние часы, которые идут по солнечному времени, явно влияют на режим питания многих животных. Тараканы, живущие в темных складах, придерживаются определенного расписания в еде. Москиты в экваториальной Африке кусаются тоже по шкале времени, часто всего лишь полчаса в сутки; в зависимости от вида москиты могут кусаться в поздние сумерки, в полночь или рано утром. Рабочие пчелы спокойно отдыхают в темном улье, пока не наступит час, когда раскрываются их любимые цветы с новым запасом нектара; тогда насекомые улетают собирать сладкий сок. В течение всего лета они приспосабливают свои внутренние часы ко времени, когда раскрываются цветы у определенных растений.

Время приема пищи важно для нас в связи с суточным циклом внутренних часов. Если полететь скоростным самолетом на запад или на восток, то мы окажемся в тех местах, где полдень наступает раньше или позже привычного для нас времени. Прежде чем сесть в направляющийся на запад реактивный самолет, пассажир может перекусить в Нью-Йорке, позавтракать на борту самолета, а по прибытии на западное побережье застанет там людей, которые только собираются завтракать и приглашают его присоединиться к ним в тот час, когда его желудок «требует» ленча. Часы пробуждения и отхода ко сну также смещаются, отклоняясь от привычного расписания, которому он следовал. Обычно путешественнику требуется несколько дней, чтобы переставить свои внутренние часы на новое расписание. Воспользовавшись более медленным транспортом, мы могли бы приспособиться к новому часовому поясу гораздо незаметнее, так как время еды и сна ежедневно сдвигалось бы вперед или назад только на час или два и поэтому не выходило бы за пределы обычных отклонений от жизненных привычек.

Известным утешением нам может служить то, что внутренние часы у животных, по данным науки, тоже расходятся с местным временем, когда этих животных быстро перевозят на запад или восток. На скоростном самолете перевезли парижских пчел в Нью-Йорк, а нью-йоркских в Париж, чтобы проверить, переставят ли насекомые, находящиеся в темных контейнерах, свои часовые механизмы. Однако парижские пчелы продолжали жить в Нью-Йорке по парижскому времени, а нью-йоркские в Париже по нью-йоркскому до тех пор, пока новые раздражители не заставили их перестроиться в соответствии с необычным распорядком сна и приема пищи.

У одного вида насекомых — таракана — недавно обнаружили, где находятся его внутренние часы: это четыре особых клеточки, расположенные под крохотным мозгом. Посредством тонкой хирургической операции эти клетки можно извлечь и пересадить другому таракану, не нарушая часового механизма. В качестве донора можно взять обыкновенного таракана, часовые клетки которого призывают его к действию от 6 вечера до 6 утра, когда на складе выключен свет. Герой дона Маркиза Арчи был как раз таким насекомым. Реципиентом такого трансплантата мог бы стать лабораторный таракан, часы которого приспособились к жизни в таком месте, где ночью лампочки ярко горят, тормозя его активность, а днем, с 6 утра до 6 вечера, шторы спущены и имеется пища. После такой операции лабораторный таракан с часовыми клетками обыкновенного таракана в течение всего дня будет где-нибудь скрываться, а с 6 вечера начнет проявлять активность, даже если он все время будет находиться в полной темноте или при ровном тусклом освещении.

Ручные или стенные часы у человека отрегулированы таким образом, что делят точно на 24 часа время между двумя последовательными пересечениями Солнцем одной и той же воображаемой плоскости, проходящей через Северный и Южный полюса. Если вместо Солнца использовать в качестве ориентира какую-нибудь более отдаленную звезду, то повторное пересечение меридиана будет происходить на 235,91 секунды раньше, чем измеренное по солнечным часам. Можно приспособить хронометры к этому чуть более быстрому расписанию, и они будут показывать звездное время. За $365^1/_4$ солнечных суток — то время, пока Земля совершает оборот вокруг Солнца, — сумма интервалов в 235,91 секунды составит один целый солнечный день — один поворот Земли, совершенный при движении планеты по своей орбите.

Астрономы считают важным звездное время, так как оно помогает им точно нацеливать телескопы, несмотря на движение вращающейся Земли. Однако только недавно было обнаружено, что у некоторых животных есть внутренние часы с циклом в 23 часа 54 минуты 4,09 секунды, если измерять его по нашим обыкновенным наручным и стенным часам. Птицы, которые совершают перелеты по ночам, руководствуясь в пути звездными ориентирами, по-видимому, обладают этим внутренним ритмом и могут применять его при миграциях. Подобное использование сигналов о положении Солнца кажется настолько удивительным, что эти сигналы рассматриваются как часть более сложного чувства направления.

Для очень многих видов животных, как и для человека, проживающего в каком-нибудь прибрежном населенном пункте, самым естественным кажется вопрос: «Когда будет следующий прилив?» Сегодня мы отлично знаем, что воды океана набегают на берег в виде приливных волн под влиянием гравитационного притяжения Луны и Солнца. Но подобно тому как Луна вращается вокруг Земли, Земля вращается и движется по орбите вокруг Солнца. Движения воды определяются очертаниями материков и начинаются с некоторым запозданием — в зависимости от места. В любой точке побережья промежуток между приливами составляет примерно $12^3/_4$ часа, а где-то приблизительно в середине этого интервала происходит отлив. Гораздо легче составить целый ряд таблиц, чем сконструировать часы, которые бы учитывали все переменные и предсказывали бы расписание приливов, которое необходимо знать и охотникам за панцирными моллюсками, и самим устрицам.

Устрицы обладают внутренними часами, которые идут по приливному времени. Панцирные моллюски, выловленные в бухте Новой Англии и во влажной упаковке доставленные в Среднезападную лабораторию, продолжают регулировать свою жизнь в соответствии с океанскими приливами, находясь за полторы тысячи километров от них. Ширина щели между створками раковины и потребление моллюском кислорода увеличиваются или уменьшаются в зависимости от того, насколько повышается или понижается уровень их «домашних» вод, а не в соответствии с расписанием приливов, которому можно было бы следовать, если бы Средний Запад был покрыт океаном.

С другой стороны, крабы подчиняются и солнечным и приливным часам. У них наблюдаются сложные ритмичные процессы: пигментные клетки, которые в виде точек покрывают поверхность их тела, то увеличиваются под воздействием гормонов, то сокращаются. Основной солнечный ритм — чередование цвета очень светлой слоновой кости ночью и темного буровато-серого днем — подчеркивается ритмом прилива. Животное ночью во время прилива гораздо бледнее, чем во время отлива, и днем кажется более темным при малой воде, чем при полной. Крабы во время прилива прячутся в норах, а при отливе выползают за пищей. Вероятно, когда краб становится темным, он больше сливается с цветом глины в солончаковых канавах, где днем во время отлива он разыскивает себе пищу.

В лабораторных условиях краб продолжает менять свою окраску даже в полной темноте или при слабом свете, имитирующем освещение его «дома» полной луной.

Попрактиковавшись, каждый может научиться читать часы краба, сравнивая окраску его тела со справочной морской картой. Если каждый час регистрировать распределение пигмента, то можно вычертить график, на котором будет отчетливо видно взаимодействие 24-часового «солнечного» и 12,75-часового «приливного» цикла краба.

В районе Морской биологической лаборатории Вудс Хоул (Woods Hole), где было проведено много наблюдений над массачусетскими крабами, этих удивительных маленьких животных можно было собрать либо у Буззардской бухты, либо на берегу Вайньярского залива у Кейп Код (Cape Cod). Полная вода заливает углубления этого мыса примерно на 4,5 часа раньше, чем углубления бухты. Крабы, взятые из этих двух мест и перенесенные в одну и ту же слабо освещенную лабораторию, продолжают придерживаться каждый своего соотношения между солнечным и приливным циклами. Это проявляется даже в тех случаях, когда их везут пароходом на западное побережье Америки или в Европу, если в какой-то момент их не осветить короткой вспышкой яркого света, которая переставляет их внутренние часы — теперь они будут действовать синхронно.

Любого исследователя так и подмывает оторвать взгляд от толстой книги с таблицами приливов, перевести его на небольшую чашку с крабом и спросить себя: «Как у такого маленького животного может быть столь сложно переплетенная система циклов?». Но никакой реальной локализации этой способности у краба установить невозможно. Даже оторванная лапка краба, которую он инстинктивно отбросил во время боя, в течение суток или более будет постоянно менять цвет, подобно всему телу, согласуя солнечный и приливный циклы. Для перестановки же внутренних часов у краба должны остаться в целости по крайней мере один глаз и большая часть нервной системы. Поэтому можно предположить, что краб ощущает время всеми тканями тела.

Искателям жемчуга, проживающим на океанском побережье Америки от мыса Гаттерас до Вест-Индских островов и от Сан-Педро в Калифорнии до Панамы, знакомы клинообразные моллюски, известные под названием раковин помпано или кокина. Они ведут почти точный отсчет приливных ритмов, но не приспосабливают своих внутренних часов к солнечному времени. С началом прилива при шуме набегающей волны они вырываются из песка для того, чтобы вода вынесла их на берег. Как только волна отступает, они быстро прячутся, зарываясь в песок. Но во время отлива эти моллюски, наоборот, вылезают из песка и попадают в отступающую волну, чтобы она снова отнесла их в

море; так заканчивается эта миграция, приводимая в действие приливом.

Наши друзья, обитающие в морях, такие, как морские черви и некоторые виды рыб, способны к комбинированному восприятию ритмов прилива, фаз луны и времени года. Сложные внутренние часы позволяют им приурочить брачные обряды к какому-то определенному приливу. Это особенно характерно для тех животных, которые ведут активный образ жизни ночью, когда тень от самой Земли как бы охраняет водные просторы.

Нетрудно понять, как могут палоло или лауресты избегать дневного света. Более удивительным, но менее понятным для нас является механизм, при помощи которого они приспосабливают свои действия и к лунному дню, длящемуся 24,8 часа (от одного восхода Луны до другого), и к лунному месяцу, состоящему из 29,5 дня — от одного полнолуния до другого. Однако в октябре и ноябре (когда $^3/_4$ луны освещены солнцем) во время ночного прилива из коралловых рифов Южных морей выползают сегментированные черви палоло и оказываются на поверхности воды в таком огромном количестве, что местные жители устраивают в это время особые ночные праздники — трапезы, на которых главным лакомством считается блюдо из червя палоло.

Картину, напоминающую брачный обряд морских червей, мы наблюдали на Калифорнийском побережье, к югу от Монтерея, как только спустилась ночь и взошла полная луна. Это чудо происходит лишь весной, когда ночной прилив достигает своей наивысшей точки. Только тогда похожие на корюшек лауресты превращаются в акробатов и выбрасываются на берег к восторгу тысяч зрителей, которые приходят восхищаться этим чудом, унося домой полные корзины рыбы. Сначала каждая самка лауреста пробуравливает песок по вертикали своим хвостом, чтобы отложить яйца. В этот момент вокруг нее на берегу крутятся один или два самца. Затем она извиваясь выскакивает из песка как раз тогда, когда следующая волна может снести ее вместе с ее партнерами обратно в море. В следующие полмесяца, если, конечно, не будет сильного шторма, буруны не забегают так далеко на сушу. К тому времени из яиц лауреста разовьются маленькие рыбки, готовые нырнуть в волны и присоединиться к своим родителям в Тихом океане. Ясно, насколько важен здесь расчет времени. Но как лауреста узнает это время?

Пытаясь выяснить, что же приводит в действие живые часы, ученые преуспели главным образом в том, как остановить или переставить их механизм. Любой человек может временно остановить внутренние часы муравья, просто поместив это насекомое в светонепроницаемую коробку. Внезапная и

необычная перемена тут же успокаивает муравья и действует на него так же, как настоящая ночная тьма. Этот простой метод оказывается весьма действенным в отношении многих биологически родственных животных со сложными глазами. Очевидно, когда сигналы от глаз к мозгу внезапно перестают поступать, то механизм времени оказывается блокированным. Но как?

Вероятно, самая заметная остановка в деятельности насекомых происходит во время их развития, что помогает им пережить зиму в тех краях, где регулярно наступает холодная погода. Создается впечатление, что в организме животного существуют не только часы, но и календарь. Поскольку всегда можно без затруднений достать яйца кузнечиков и куколки мотыльков, ведущих себя подобным образом, ученые смогли детально познакомиться с рабочим механизмом этой системы. После нескольких недель холодов с наступлением тепла каждый раз мозг насекомого, видимо, преодолевает паузу в развитии.

Если ранней осенью пересадить мозг от куколки, соответствующим образом охлажденной, в интактную куколку, то он будет служить новой хозяйке будильником, побуждающим ее к дальнейшему развитию. Очевидно, после холодов мозг начинает вырабатывать гормоны, которые преодолевают тормозное действие желез всего организма. Только тогда может завершиться превращение куколки мотылька, в результате которого гусеница преобразуется во взрослого мотылька, готового покинуть куколку и найти себе подругу. Подобные же контролируемые гормонами нервные центры кузнечика приостанавливают развитие его яиц до весны, а затем это развитие продолжается, пока не появится на свет еще не вполне зрелый кузнечик.

Развитие яиц кузнечика и куколки мотылька регулируется сложными химическими веществами. Их календарный механизм, по-видимому, соответствует какому-то аналогичному механизму, благодаря которому зерно приостанавливается в развитии и ждет весны. Но этот механизм не подчиняется ритмам Солнца, приливам или фазам Луны. Внутренний календарь натолкнул нас недавно на новую мысль в чрезвычайно сложном вопросе наследственности: как сосуществуют в каждой клетке процессы созидания и разрушения, какова генетическая основа для окончательного учета клеток, обреченных на гибель.

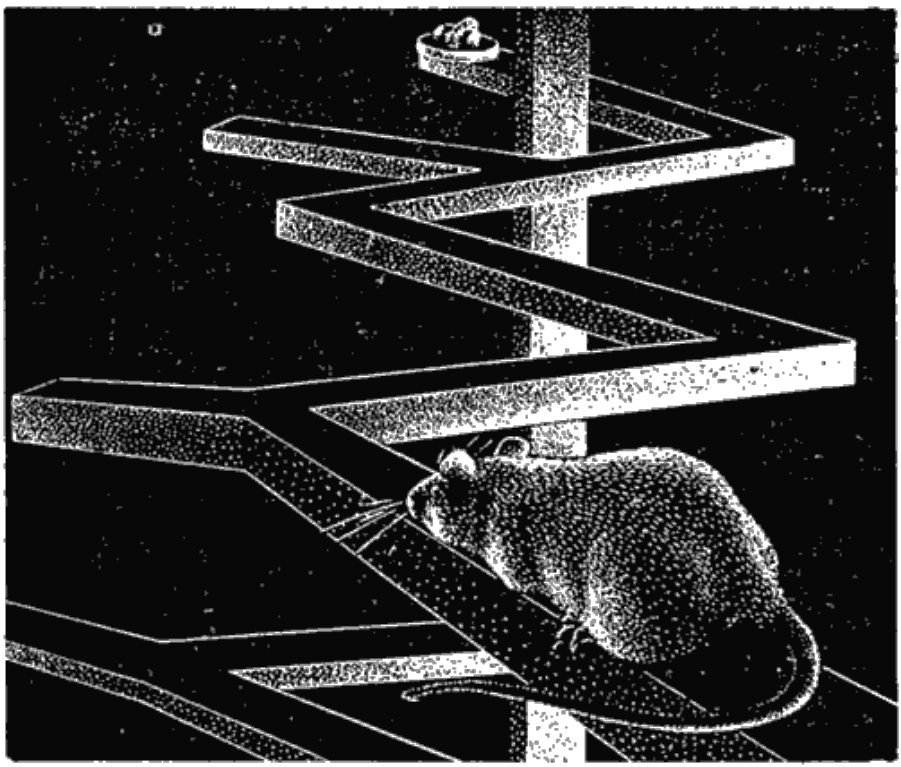
Яйцо, куколка и семя — все они готовят себя к превращениям, приводящим организм к зрелости, то есть к таким огромным изменениям, которые кажутся нам чудесами. Однако каждая ступень в процессе созревания зависит еще и от нескольких унаследованных инструкций, поступающих из ядра

каждой клетки. Гормоны, благодаря которым перед наступлением зимы или засухи живые существа впадают в спячку, задерживают появление новых инструкций из ядерных центров. Они тормозят дальнейшее созревание особи, пока не наступит определенное время года. Фактически они сохраняют юность, как бы помещая ее в холодильник.

Мы могли бы прийти в восторг от этого чудесного гормона, хранителя юности, если бы не существовало еще чего-то, запертого этим химическим веществом в ядре, как в коробке Пандоры. По крайней мере для насекомых, а вероятно, и для человека выход этих последних инструкций, приводящих животных к полному созреванию, сопровождается появлением дегенеративных изменений. В этих инструкциях заложена также и смерть. Механизм наследственности животного почти любого вида включает в себя эту химическую регуляцию, которой должна подчиняться каждая клетка в период своей юности, зрелости и старческого разрушения. Луна начинает идти на убыль, как только наступает апогей полнолуния. Прибывающую луну можно сравнить скорее с появлением нового поколения, чем с воскрешением старого.

Незаметные переходы от молодости к зрелости и от зрелости к старости находятся в полном соответствии с философским положением о непрерывном характере времени. Жизнь представляет собой самый лучший пример вечного изменения и постоянного движения, течения времени и скоропреходящего характера того, что предлагают нашему вниманию органы чувств. Каждое чувство, когда мы с помощью его улавливаем впечатления из окружающего мира, уподобляется пальцу, извлекающему ряд звуков, которые создают нескончаемую симфонию. Музыканты меняются, каждый исполнив свою партию. Но музыка продолжается. Время и пространство являются наиболее бесспорными понятиями, которые нам удалось найти в процессе всех наших размышлений о таинствах Вселенной.

Глава 15
Привычные движения



В действиях кролика, который, выписывая зигзаги, мчится в темноте ночи к своему дому, и маленького мальчика, играющего наизусть музыкальную пьесу, есть что-то общее, и это нечто большее, нежели просто удовлетворение при достижении цели. Оба они полагаются на мышечные движения, которые совершаются в быстрой последовательности и в результате долгой практики отпечатываются в той части нервной системы, где формируются едва осознанные действия. Поведение и мальчика и кролика зависит от их кинестетического чувства, а не от зрительного запоминания пути или нотной страницы.

Кинестезию часто называют «мышечным чувством», несмотря на то что в действительности ее чувствительные органы расположены не только в самих мышцах, но и в сухожилиях и оболочках суставных сумок. Все эти центры посылают мозгу непрерывный поток информации о совершаемых нами движениях

и о давлении или напряжении, создаваемых в различных частях тела. Удивительно, до какой степени мы доверяем нашему кинестетическому чувству, когда передвигаемся в привычной обстановке. Однако особенно отчетливо мы осознаем это, когда кто-нибудь без нашего ведома переставит мебель или перенесет дверь на новое место. Вернее всего, тогда мы сильно ударимся о них. Однако еще сто лет назад не придавали значения нашей способности воспринимать движения, и поэтому ей даже не дали названия.

Другие животные, вероятно, еще больше, чем мы, временами склонны игнорировать иные чувства и полагаться на кинестетические навыки. Мы надолго запомнили длиннохвостую колибри-мать в Долине Хоп Ривер на Ямайке, где пытались запечатлеть на кинопленке полную картину развития птенцов с того момента, когда они только что вылупились, и до того, когда они сами стали летать. Всякий раз, как только мать собиралась сесть на гнездо или кормила своих юнцов, сильный и порывистый ветер раскачивал ветку кустарника, на которой было надежно укреплено это маленькое, величиной всего лишь с кофейную чашечку, гнездышко, замаскированное сверху лишайником. В таких условиях невозможно было производить съемки крупным планом. Тогда мы решили привязать ветку к камням и таким образом закрепить ее. Однако из-за порывов ветра гнездо продолжало так сильно подпрыгивать, что камера не поспевала за ним, и нам пришлось еще больше натянуть веревки, чтобы сила напряжения превысила силу ветра. Тут-то мы и поняли, что летящая к своим птенцам мать руководствуется не зрением, а кинестетическим чувством. Она опускается туда, где должно было бы находиться гнездо, если бы ветку не привязали к камням, и пытается сесть на это место, хотя само гнездо отчетливо видно и расположено всего лишь на 15 сантиметров ниже и чуть смещено в сторону. Так как перед уходом мы всегда отвязывали ветку до очередной съемки на следующий день, то птица так и не научилась легко садиться на гнездо, когда мы закрепляли ветку!

Несомненно, в природе часто встречаются такие перемещения. Сильный ветер может сбросить на землю гнездо с яйцами, и при этом они останутся целыми. Но очень редко родители продолжают посещать его в новом месте. Достаточно ли одних привычных движений, чтобы птица снова нашла свое гнездо?

Кинестетическое чувство в сочетании со зрительными представлениями об ориентирах около гнезда позволяет многим животным почти автоматически находить дорогу к нужным для них местам. Морские птицы прилетают к яйцам,

замаскированным на открытом берегу, руководствуясь именно такими сигналами, и им редко приходится обращать внимание на отдельные детали местности. Животные могут украсть эти яйца, но перенести их на полметра в сторону, по-видимому, может только человек. Действительно, яйца чаек не надо далеко передвигать, если мы хотим съесть их, а не оставить для дальнейшей инкубации. Точно так же, если пасечник повернет улей за время отсутствия роя, то пчелы, прилетев на место, где был раньше леток, в течение нескольких минут будут в замешательстве гудеть, прежде чем начнут искать вход с другой стороны улья.

Несмотря на то что с увеличением размеров мозга у млекопитающих возросли и их умственные способности, почти все эти животные продолжают пользоваться кинестетическим чувством. Наблюдая за поведением летучих мышей в искусственных условиях, ученые заметили, что эти проворные летуны, приучившись ориентироваться в комнате, где они с помощью эхо-локации обнаружили все препятствия, будут натыкаться на перегородку, если ее перенести на другое место. Используя соответствующие микрофоны и преобразователи, можно услышать, что летучие мыши во время полета используют и ультразвуковые сигналы. Поставленная на новое место перегородка обязательно будет мощно отражать все звуки. Однако летучие мыши невнимательны к этим сигналам или «не верят собственным ушам». Они ведут себя подобным образом до тех пор, пока снова не проверят, где теперь оказалось препятствие По-видимому, способность летучих мышей полагаться на кинестетические ощущения и объясняет, почему сотни этих животных, укрывающихся днем в шахтах, гибнут, когда наталкиваются на входную дверь, впервые поставленную на их пути. Вероятно, по этой же причине летучие мыши наталкиваются на высокие здания и радиомачты. Очевидно, только невнимательные животные, которые во время полета не прислушиваются к эхо-сигналам, расплачиваются за это своей жизнью.

Если б глаза и уши не помогали нам так хорошо при ориентации, тогда бы мы больше полагались на память и кинестетическое чувство. Русские психиатры Б. Н. Клосовский и Е. Н. Космарская доказали, какой хорошей заменой другим ощущениям может служить кинестетическое чувство, если сочетать его с тактильным. Эти исследователи проделали опыт с семнадцатью трехнедельными щенками, лишив их обоняния, зрения, слуха и чувства равновесия, регулируемого внутренним ухом. Сначала щенки почти все время спали, просыпаясь лишь от

голода или необходимости удалить экскременты. Через некоторое время периоды бодрствования стали удлиняться, и у щенков появились игровые движения. Хотя они и не чувствовали запаха пищи и не могли ее увидеть, а ощущали только ее вкус, тем не менее щенки находили ее так же быстро, как и нормальные животные. Фактически подопытные щенки росли хорошо. Они научились ориентироваться, и нельзя сказать, чтобы их движения были более осторожными или более неуклюжими, чем у щенков, которые могли и видеть, и слышать, и обонять, и использовать чувствительные органы, расположенные во внутреннем ухе.

Не покидая своего дома, д-р Лестер Аронсон из Американского музея естественной истории изо дня в день наблюдал за поведением пятисантиметровых рыбок-бычков, которые в изобилии водятся на Багамских и Вест-Индских островах в бассейнах, образованных приливной волной. Маленьким бычкам удается выжить только потому, что их тело почти такого же цвета, что и песчаное дно этих бассейнов. Им помогает также уменье прятаться под различными камнями, корягами или в туннелях, прорытых животными в иле. Однако, если их начинают преследовать, бычки перепрыгивают через край своего бассейна и почти всегда благополучно приземляются в соседнем. Чаще всего они прыгают по направлению к глубоким каналам, по которым приходит приливная волна. Доктора Аронсона всегда удивляло, откуда бычки знают, в какую сторону надо прыгать; ведь в обычных условиях рыба до прыжка не может увидеть соседний бассейн. Он пытался выяснить, каким образом ориентируются эти рыбы: по положению более низкого края бассейна, по высоте солнца или тени, отбрасываемой от разных предметов, или они чувствуют, откуда приходят колебания прилива. Однако ни одно из этих объяснений не представляется правдоподобным. Такое поведение невозможно было объяснить и обучением по способу проб и ошибок. По-видимому, объяснение может быть только одно: плавая во время прилива над этими заводями, бычки тренируют свое кинестетическое чувство в соответствии с характером дна ближайших бассейнов. Поэтому они и могут хорошо ориентироваться, когда оказываются запертыми в своих бассейнах во время отлива. Вместо того чтобы переплывать над знакомыми им краями заводи, они просто перепрыгивают через них.

Не будет большой натяжкой, если мы проведем параллель между вест-индскими бычками, которые умеют так ловко маневрировать в прибрежных областях прилива, и золотистыми хомячками, у которых в процессе психологических экспериментов

на приподнятом лабиринте обнаружили способность находить пищу после того, как хомячки, пробегая по лабиринту, сделают ряд поворотов в известной последовательности. Едва ли можно найти более легкую задачу: восемь шагов и поворот налево, еще три — и направо, еще шесть — снова направо, а затем все повторяется сначала. Принципиальное отличие хомячков от всех остальных животных заключается в том, что этих грызунов можно легко проверить во время обучения. Но что здесь подлежит проверке? Может быть, выясняется, какой фактор является ведущим: только кинестетическое чувство, или только память, или комбинация того и другого? Что заставляет хомячка бежать по лабиринту: чувство голода или близость вознаграждения, которые обостряют память? Или же в этих условиях для хомячков более важным является кинестетическое чувство?

Мы можем заинтересоваться вопросом, насколько наша собственная координация движений зависит от состояния насыщения. Если хомячок, чувствуя голод, более ловко пробегает по лабиринту, то, очевидно, именно худые и голодные люди изготовляли самые лучшие кремневые наконечники для стрел, которые поэтому и становились особенно опасными. Некоторые утверждают, что искусство изготовителя наконечников сегодня возрождает дантист, сверлящий больной зуб. А ведь современный дантист делает самую тонкую и трудную работу как раз перед вторым завтраком!

Теперь мы вправе спросить, действительно ли обычай жителей Латинской Америки — отдыхать после полудня, а обедать поздно вечером — позволяет им с большим успехом выполнять тонкую и сложную работу. Вероятно, мы, сами того не осознавая, извлекаем определенную пользу, когда отводим для музыкальных занятий время перед самым вечером или спустя несколько часов после обеда и по окончании этих занятий (а не перед ними!) пьем традиционный чай для подкрепления сил. Предполагают, что руки музыканта или губы трубача и пальцы машинистки на клавиатуре пишущей машинки делают меньше ошибок, когда их желудки готовы к приему пищи. И конечно, нам важно узнать, насколько тесно связаны в нашей повседневной деятельности кинестетическое чувство и чувство голода.

И кинестетическое чувство, и память формируются в определенных, тесно связанных между собой областях головного мозга. Однако еще никто не смог распутать этот сложный клубок взаимосвязей. И никому не удалось по-настоящему объяснить замечательное чудо памяти, хотя и было предложено достаточное количество интригующих идей. Камнем преткновения для каждой из этих теорий является поразительная способность памяти

воскрешать отдельные детали. После некоторых опытов по изучению восприятия было установлено, что мозг человека в бодрствующем состоянии каждую десятую долю секунды составляет картину окружающего мира. В течение этой десятой доли секунды он может воспринять от органов чувств и осознать приблизительно тысячу битов информации. За семьдесят лет мозг может сохранить 15 000 000 000 таких отдельных элементов информации, то есть в тысячу раз больше общего количества всех нервных клеток нашего организма. Совершенно очевидно поэтому, что каждая клетка должна сохранять след более чем одного бита информации и отдавать эту информацию по мере потребности. Чтобы запомнить даже такие просто различающиеся моменты, как поворот направо или налево, требуется определенное время. В течение этого времени, прошедшего между самим событием и его фиксацией в нашем мозге, память о нем можно уничтожить. Хомячки, которых научили правильно ориентироваться в лабиринте, выполняют свое задание несколько хуже, если через час после каждой тестируемой пробежки подвергаются воздействию электрического тока. А если удар электрического тока придется через одну минуту после того, как животные получили вознаграждение, то они полностью забывают приобретенные лабиринтные рефлексы. Однако электрическое раздражение через 4 часа после успешной пробежки никак не влияет на обучение. К этому моменту память о пройденном пути уже зафиксирована в мозгу хомячка, и в следующий раз он побежит вверх по извилистой тропинке более уверенно и почти безошибочно найдет правильный путь, чтобы получить свой обед.

Очень заманчиво сделать вывод, что сигналы, проходящие по нервным проводникам от органов чувств к мозгу, оставляют в определенных точках нервных путей электростатические заряды. По-видимому, эти заряды вызывают медленные локальные изменения более продолжительного и постоянного характера. Когда мы делаем что-то снова, электростатические заряды или локальные изменения должны усиливаться, и память об этом событии укрепляется. Не так ли мы тренируем нашу нервную систему, пока не научимся поднимать руку на правильную высоту и в нужное время, чтобы в темноте ухватиться за дверную ручку, когда мы в сонном состоянии совершаем привычный для нас путь от кровати до ванной комнаты? И не это ли чувство оберегает кролика от столкновения с деревьями, когда он, петляя и постоянно меняя направление, пытается ночью убежать от лисы в знакомом ему районе леса?

Каждый год, когда домашний крапивник собирается устраивать себе гнездо в пустой тыкве, мы вешаем на дерево

наблюдательное окошечко и восхищаемся тем, как эта птица инстинктивно пользуется своим кинестетическим чувством. Она обследует веточки лиственницы или роется под вязами в поисках прутиков, которые по своему размеру и весу точно соответствуют ее кинестетическим ориентирам. Каждый такой прутик она приносит к отверстию в тыкве диаметром 2,5 сантиметра, становится на заранее сделанное ею небольшое возвышение и начинает клювом отламывать кусочки прутика. Затем она пытается вместе с прутиком проникнуть в отверстие внутрь тыквы. Если он не проходит в отверстие, она начинает всю работу снова: отламывает его с того же или противоположного конца. По крайней мере четвертую часть времени она тратит впустую, так как отгрызает слишком большой кусок прутика, и он падает под действием силы тяжести. Тем не менее она и в этих случаях залетает в тыкву, словно принесла и бросила внутрь еще один прутик. Нам ни разу не удавалось увидеть, что она опускается за прутиком, который уронила, как это делает гаичка, обронив зернышко. Не более чем в трех случаях из четырех, когда она полагается на инстинкт и кинестетическое чувство, ей действительно удается продвинуть строительство гнезда.

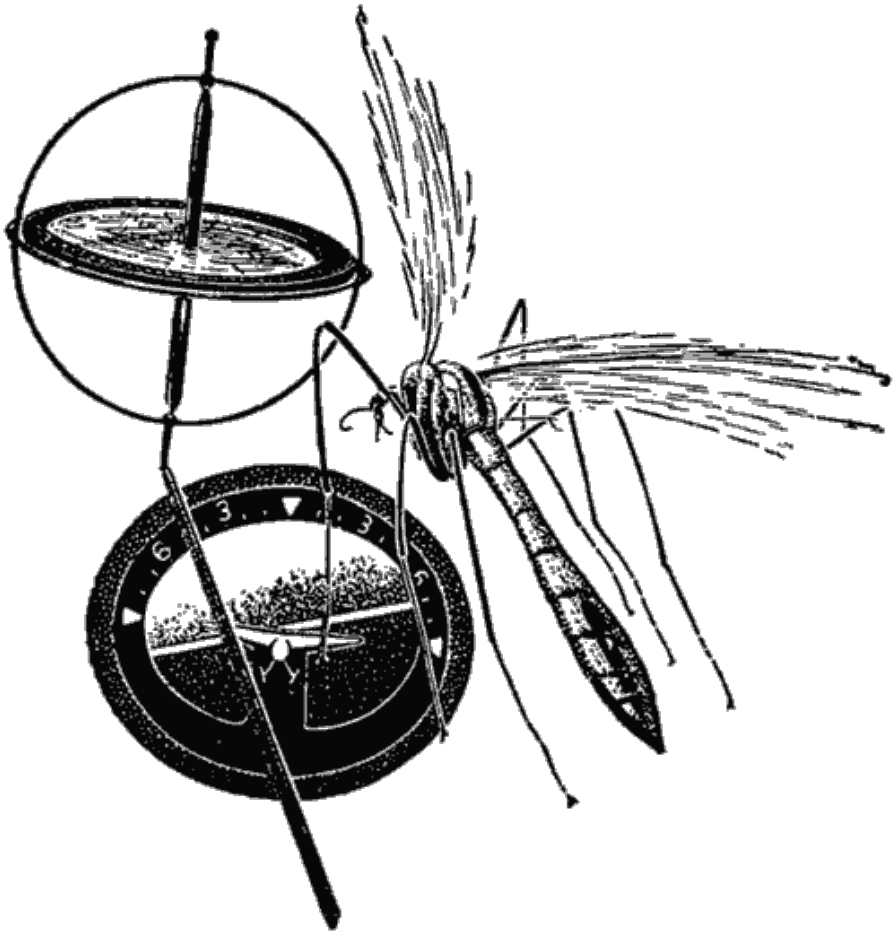
Мы полагаем, что можно использовать наше кинестетическое чувство гораздо более разумно. По мере того как ребенок все более уверенно осваивает технику игры на фортепьяно, мы можем ожидать, что из него получится музыкант. Одновременно с ростом мастерства в движениях пальцев должно прийти и осознанное восприятие производимых звуков и умение произвольно приспосабливать их к тому, чтобы внести в музыку «чувство» и «возбуждение». Мы ждем от машинистки чего-то большего, нежели просто перепечатки наших слов на бумаге. Она должна сделать страницу красивой со всех точек зрения: отпечатанной четко, с правильными интервалами и полями. Вряд ли скорость ее печатания когда-нибудь достигнет быстроты, с которой механик по ремонту пишущих машинок выстукивает одно и то же контрольное предложение: «9876543210 — a brown fox jumps quickly over lazy dog». Но при этом он не проверяет своего кинестетического чувства, хотя и полагается на него. Мастер превзошел машинистку: он печатает это предложение, в котором используются все цифры и буквы английского алфавита, и при этом критическим взглядом оценивает работу машинки.

Успех, которого за последнее время добился человек в преобразовании окружающего мира, в основном объясняется его уменьем пользоваться орудиями производства. В целом этот успех является мерой его способности к развитию, осуществляемому через направленную практику,

полуавтоматические движения, контролируемые кинестетическим чувством, которые превращают каждое орудие производства в своего рода продолжение руки, глаза или мозга человека. Опытный шофер совершенно забывает о руле, тормозных педалях и дросселе. Его руки и ноги совершают полуавтоматические движения, которые позволяют машине идти в общем потоке транспорта; автомобиль из хрома и стали стал как бы естественным продолжением его тела. Водитель может управлять мощным тягачом, однако его чувства при этом очень мало отличаются от тех ощущений самца лося, который пробирается сквозь лесные заросли, где могут застрять его ветвистые рога. И когда водитель этого тягача после езды по пересеченной местности садится за руль небольшой легковой машины, у него, очевидно, сразу же меняется понятие о размерах своего «тела», как у лося во время ежегодного роста и сбрасывания ветвистых рогов.

Кинестетическое чувство является частью нашего самоощущения, которую мы часто не замечаем. Фактически оно почти не поддается сознательному исследованию. Стоит нам задуматься над тем, как именно мы совершаем какие-либо движения, и у нас тут же пропадает это с трудом завоеванное уменье. Мы уподобляемся сороконожке из известной сказки, которая сразу теряла способность бежать, когда ее спрашивали: «В каком порядке ты переставляешь ножки?». Как лучше воспользоваться таинственным внутренним чувством координации? И если учесть, что долгое время мы не признавали это чувство, можно сказать, что мы применяем его на редкость удачно. Чем глубже мы начинаем его понимать, тем вероятнее предположить, что, расширяя область его применения, мы, по-видимому, извлечем большую пользу для себя.

Глава 16
Где верх, где низ?



Наблюдая за малышом, который при попытке сохранить равновесие старается соотнести движения ног с положением гибкого позвоночника, не вспоминаем ли мы о том, как от года до двух с половиной лет сами прилагали огромные усилия, чтобы выполнить эту задачу? Нам потребовались годы практики, прежде чем мы смогли, не расплескав, пронести полный стакан воды. Сначала мы хватали стакан обеими руками и не сводили с него глаз — при этом ноги сами выбирали по возможности лучший путь. Позже нам приходилось проявлять такое же усердное прилежание, чтобы пронести неглубокую тарелку с супом.

Вспоминаем ли мы об этих трудностях детства, когда видим официантку, лавирующую в узком проходе, оставленном посетителями между близко сдвинутыми столами, у которой на одной руке балансирует несколько полных тарелок? Или наблюдающего за ней официанта, непринужденно поднявшего над плечом полный поднос суповых чашек?

Если поразмыслить над всеми этими «уменьями», то мы, вероятно, придем к выводу, что усовершенствовали прежде всего мышечный контроль, связанный с кинестетическим чувством. Мы должны держаться прямо и улавливать легкие колебания веса, по мере того как жидкость переливается на одну сторону сосуда, чтобы вовремя сделать мышечное усилие и поддержать постоянный уровень жидкости в тарелке. Цирковой акробат, исполняющий номер на натянутой проволоке, предъявляет подобные требования к своей нервной системе. Но насколько это «уменье» зависит от чувствительных органов, находящихся в наших мышцах, сухожилиях и суставах? Сумеем ли мы продемонстрировать такие же чудеса равновесия в полной темноте или с закрытыми глазами? Когда мы в детстве приобретали эти навыки, глаза быстрее, чем кинестетические рецепторы, предупреждали нас о том, что мы сами (или предмет, который мы несем) отклоняемся от положения неустойчивой стабильности.

Многие из нас, будучи детьми, проверяли свои сенсорные приспособления, связанные с гравитацией, и убеждались, что у нас в голове имеется другая рецепторная система. Мы становились на полянке, раскинув руки, и начинали кружиться подобно дервишам, пока ноги у нас не подкашивались. Мы поднимались и падали тут же снова, пока ноги опять не становились послушными, а в глазах не прояснялось. Но мы убеждались, что с трудом освоенная координация мышц и способность корректировать позу с помощью зрительных сигналов может быть временно сведена к нулю. Для этого нам нужно только очень сильно возбудить те образования, которые великий американский психолог и философ Вильям Джеймс назвал «уровнями духа» в нашем теле. У нас в каждом внутреннем ухе имеется особый орган, состоящий из трех полукружных каналов и одного маленького чувствительного мешочка, в котором находится крошечный известковый кристаллик, подвешенный в жидкости поблизости от рецепторных клеток. Эти образования служат для нас встроенными эквивалентами электрического индикатора авиагоризонта, который так необходим пилоту на приборной доске современного самолета.

Наши «уровни духа» реагируют только на перемену положения тела или изменения в скорости движения. При этих изменениях жидкость, заполняющая полукружные каналы, должна перемещаться, чтобы вызвать определенное ощущение, которое исчезает меньше чем через полминуты после прекращения изменений. Специальные чувствительные мешочки, связанные с этими каналами, реагируют на положение нашего тела и когда мы стоим, и когда двигаемся с неизменной скоростью. До тех пор пока органы внутреннего уха не повреждены и кинестетическое чувство не нарушено, нашему телу нетрудно оставаться в темноте в вертикальном положении или даже перенести открытый сосуд с жидкостью — ведь когда-то мы уже научились пользоваться этими чувствительными органами.

Удивительно, как долго может сохраняться это развитое в раннем детстве чувство равновесия. Многие пожилые люди, которые с детства не садились на велосипед и не предполагали, что могут снова удержаться на нем, решившись на этот подвиг, обнаруживают, что умеют легко и свободно владеть рулем. Если в детстве человек научился управлять велосипедом «без рук», лишь слегка наклоняя туловище, то через несколько минут езды он обнаружит, что опять может проделать этот трюк.

Подсознательно мы всецело полагаемся на кинестетическое чувство и органы равновесия во внутреннем ухе и редко задумываемся над тем, что значило бы для нас повреждение этих органов. Но однажды наш приятель по колледжу, бросив одну реплику, заставил нас в какой-то степени осознать это. Войдя утром в класс после необычайно сильного снегопада, из-за которого было трудно идти пешком, наш приятель признался, как бы ему хотелось, чтобы при комнатах в общежитии имелся не только душ, но и ванна. Тогда ему не пришлось бы жить в меблированной комнате далеко от колледжа. Мы не могли уловить никакой связи между его словами, пока он не объяснил, что в детстве болел полиомиелитом, от которого, по-видимому, вылечился, но после болезни его ноги почти полностью утратили кинестетическую чувствительность. В ванне он мог мыться, не боясь упасть, а когда пользовался душем, почти всегда падал, если ему приходилось закрыть глаза на несколько секунд, из-за того что в них попало мыло или по какой-либо другой причине. Он мог стоять или ходить только с открытыми глазами.

Довольно значительное число людей страдают от врожденных дефектов внутреннего уха. Это глухонемые, большинство из которых нельзя вылечить, но можно научить говорить или понимать речь других людей по губам. Как правило,

они теряют также и нормальное чувство равновесия из-за расстройства органов, находящихся в ухе. Инвалиды компенсируют этот недостаток, обращая большее внимание на кинестетическое чувство и зрительные сигналы. Они могут даже осознавать, что в отличие от других людей обладают иммунитетом к головокружению, возникающему при вращении, и к «транспортной» тошноте, начинающейся из-за чрезмерного возбуждения внутреннего уха. Обычно эти люди прекрасно понимают, насколько важны чувства-компенсаторы. Входя в воду, они должны держаться мелких мест, иначе могут утонуть, так как без кинестетических сигналов, обусловленных весом тела, не скомпенсированным выталкивающей силой воды, им трудно определить, какая сторона их тела наверху, а какая — внизу. Такие люди, если они к тому же и слепы, обычно не могут сохранять равновесие более чем одну или две секунды, если их попросить постоять на одной ноге.

В самолете возникает новое затруднение, которое мешает даже здоровым людям определить, где верх, а где низ. Любые изменения в скорости, направлении или высоте движения самолета раздражают наши рецепторы внутреннего уха. Они вызывают ощущения, которые часто могут перейти в твердую уверенность, что происходит нечто противоположное показаниям приборов. При длительном планирующем спуске, подлетая к аэродрому, пилот может встретить густое облако как раз в тот момент, когда он выпускает щитки или шасси. Самолет быстро сбавляет скорость, и внутреннее ухо пилота сообщает ему, что или он сам слишком наклоняется, или самолет идет в пике. Но пилот знает, что он не наклонялся вперед. Если пилот игнорирует приборы и «управляет задним местом», он скорее всего начнет задирать нос самолета, все замедляя полет, пока машина не потеряет скорость и не разобьется у самого аэродрома. Приборы показали бы ему, что угол посадки не изменился, когда опустились щитки или колеса. Они также могли ему рассказать, что задирание носа самолета приводит к опасной потере скорости, и помогли бы ему пересмотреть показания чувства равновесия.

Будучи пассажирами на борту реактивного самолета, мы испытали противоположное ощущение, когда ясным днем самолет поднимался с Римского аэродрома, направляясь в Париж. Ускорение «Каравеллы» при взлете было так велико, что нас вдавило в подушки кресел. По мере того как самолет продолжал набирать скорость, внутренние уши сообщали нам, что мы поднимаемся вверх под углом почти 45°. Однако в окно мы могли видеть внизу землю не под таким большим углом. Чему мы

должны были верить: глазам или ушам?

Многие решения, необходимые при управлении современным воздушным кораблем, летающим со скоростью до полутора километров в секунду, должны приниматься на основе показаний приборов, которые действуют быстрее и надежнее, чем различные органы равновесия человека. Устойчивость большинства этих приборов обеспечивают быстро вращающиеся гироскопы, которые сохраняют собственную ориентацию в пространстве, а значит, и относительно Земли, несмотря на изменения в направлении, высоте или скорости самолета.

Во время горизонтального полета для управления самолетом требуется производить так мало операций, что автопилот с соответствующей гиростабилизацией может справиться с этой несложной задачей. Однако при взлете и посадке пилоту приходится совершать такое большое количество сложных операций, основанных на собственном квалифицированном мнении, что он оказывается чрезмерно занятым и находится в состоянии сильного нервного напряжения, наблюдая за индикаторами и шкалами измерительных приборов, оперируя с кнопками и переключателями и следя за ориентирами вдоль взлетно-посадочной полосы. Рефлекторные нервные цепи, начинающиеся от глаз, ушей и пальцев, оказываются полностью загруженными. Однако, если в критический момент пилот что-то упустит, человек как элемент системы управления принесет несчастье вместо пользы. Потому-то инженеры и стремились найти новые значимые информационные пути к мозгу, которые бы уменьшали, а не увеличивали нагрузку на глаза пилота.

В 1960 году в Англии был найден новый способ использования периферической области зрительного поля, который основан на хорошо известном свойстве зрения. Когда мы спокойно стоим, то автоматически и неосознанно корректируем всякое стремление нашего тела отклоняться в сторону, вперед или назад, принимая в расчет любое движение, которое мы замечаем краешком глаза. Для того чтобы смоделировать периферическую область зрительного поля, в кабине самолета были установлены три полосатых горизонтальных цилиндра, по одному справа и слева от кресла водителя, а третий чуть выше границы поля зрения пилота, когда он смотрит через ветровое стекло. При вращении цилиндров начинает казаться, что спиральные полосы смещаются, и создается иллюзия продольного движения, на которое инстинктивно реагирует пилот. Ему не нужно терять времени, чтобы смотреть на цилиндры и отвлекаться от наблюдения за взлетно-посадочной полосой, приборами и системой управления. Цилиндры можно привести в

движение с помощью сервомоторов, подключенных к приборам, чувствительным к опусканию, подъему или виражу самолета. От пилота требуется только приводить управление в соответствие со спиральными рисунками, пока они не перестанут двигаться. Совершенно не думая об этом, пилот в то же время не позволяет своему самолету раскачиваться или отклоняться от нужного положения при взлете или посадке. Успех, который сопутствует применению такого вспомогательного зрительного приспособления, вероятнее всего, натолкнет на мысль о дальнейшем использовании этого инстинктивного и мало исследованного способа поддержания равновесия.

При плавании, беге или ходьбе нам не нужно обращаться за помощью к каким-либо приборам. Зрение и внутреннее ухо редко подводят нас при этих более медленных способах передвижения. Соответствующие органы есть и у других позвоночных животных; загадочное исключение составляют лишь бесчелюстные миноги. Во внутреннем ухе этих водных животных существует лишь два полукружных канала, но зато у них есть пара больших, заполненных жидкостью мешочков, выстланных изнутри слоем реснитчатых клеток, которые создают постоянный двойной водоворот. Остается доказать, не является ли эта двойная турбулентность эквивалентом гироскопов. Она может быть искажена при изменении положения тела животных, что помогает им восстановить равновесие после того, как миног подхватят бурные речные воды, в которые они приходят на нерест.

Французский физик Леон Фуко, который более ста лет назад создал первый гироскоп и дал ему это название, был заинтересован главным образом в том, чтобы продемонстрировать вращение Земли. Наибольший успех имел его опыт 1851 года, когда Фуко использовал огромный маятник, подвешенный к крыше парижского Пантеона. По физическим законам, открытым Исааком Ньютоном, маятник продолжал раскачиваться в одной и той же плоскости, несмотря на то что под ним вращался пол Пантеона, Париж да и весь мир. Тот же принцип применим к быстро вибрирующему камертону и даже к стабилизаторам полета обычной мухи, представляющим собой вторую пару крыльев, оканчивающихся маленькими шишечками. Пока что вибрирующие стабилизаторы этих насекомых имитировали только в инженерных лабораториях. Быть может, завтра они и окажутся зачем-либо нужными человеку. Однако с момента изобретения гироскопа до его использования в навигации прошло 60 лет. Через 68 лет для авиации были сконструированы гиростабилизированные приборы, впервые позволившие летать «вслепую» при облачной или туманной

погоде и в темноте.

Чтобы выровнять по горизонтали различные виды стационарного оборудования, человек использует несколько очень простых приборов. Некоторые из них содержат пузырек воздуха или плавающий на поверхности жидкости шарик, который поднимается под крышей прозрачной камеры до самого верха. В других используется металлический шар, который скатывается в самую нижнюю точку слегка вогнутого дна. Оба типа этих приборов являются эквивалентами крошечных органов равновесия животных. Даже одноклеточные организмы, вероятно, получают сигналы, указывающие «где верх, где низ», от капелек жира или других микроскопических шариков, находящихся внутри их протоплазмы. У мягких медуз имеются содержащие гранулы органы, которые расположены по краям их зонтичного тела. Панцирные крабы получают такую информацию от маленьких песчинок, находящихся в особых карманчиках, спрятанных в первом членике более коротких усиков.

Уровневые приборы животных очень разнообразны, и мы в связи с этим невольно вспоминаем, как один мудрый старый натуралист говорил нам: «Животное, как правило, обходится самыми простыми средствами, какие только позволяет ему его тело». Обитатель прудов, обыкновенный водяной клоп, захватывает обеими антеннами и прижимает к телу пузырек воздуха, который, давя на одну из антенн, указывает насекомому вертикальное направление. Насекомые, плавающие на спине, пользуются тем же методом, но предпочитают жить в перевернутом состоянии, спиной вниз. Улитки, вероятно, ощущают, где верх, где низ, судя по направлению, в котором вес раковины тянет их тело вниз. Новорожденный опоссум или кенгуру сам становится отвесным грузом, когда он, попеременно перебирая рано развившимися передними ногами, поднимается вверх по телу матери в ее сумку.

Столь большое количество животных отдает явное предпочтение такому положению, когда спина вверху, а брюшная поверхность внизу, что мы с явным удивлением взираем на любителей иной ориентации. Зачем этим животным плавать кверху брюхом и даже окраской своего тела — бледной на нижней спинной поверхности и темной на верхней брюшной — доказывать, что именно такое состояние является для них нормой? По какой причине сказочно красивые рачки, которые весной на очень короткое время появляются в лужах растаявшего снега, или их сородичи артемии, обитающие в соленых озерах Западных штатов, стремительно мчатся спиной вниз и при этом бьют по воде гребенчатыми ножками? По-видимому, такое

положение не приносит им никаких неудобств.

Многие виды животных, которые прекрасно различают, где низ и где верх, напоминают нам нас самих, когда приспосабливают положение тела к роду занятий. В давние времена моряки на парусном судне были готовы лежать распластавшись на нок-рее, когда брали паруса на рифы. Современный механик по ремонту автомашин не видит ничего особенного в том, что он работает под машиной, лежа на спине. Подобным же образом жук-могильщик, который обычно ползает по земле на всех шести лапках, должен перевернуться на спину, чтобы столкнуть вниз мертвую мышь или потихоньку подкатить ее почти на метр к подходящему для похорон месту. Мечехвост медленно двигается по морскому дну на четырех парах лап, осуществляя координационный контакт с поверхностью дна. Но когда он захочет плавать, он поднимает передний край своего выпуклого тела и делает вертикальный поворот на 180°, так что голова его теперь направлена в противоположную сторону, верхняя часть туловища оказывается внизу, а ножки и жаберные пластинки, шлепая по воде, управляют движением. Когда мечехвост перестает плыть, он в этом перевернутом состоянии опускается на дно и с помощью длинного игольчатого хвоста принимает правильное положение.

К самым необычным животным земного шара относятся двупалые и трехпалые ленивцы тропической Америки, которые обычно висят вниз головой, зацепившись крючкообразными когтями за горизонтальные ветки. Днем они редко двигаются, а ночью медленно перебираются с дерева на дерево, поедая любимую ими листву. Иногда ленивец спускается на землю и медленно тащится к другой группе деревьев. Только в этих случаях, да еще в раннем детстве, когда он сидит, прицепившись к материнской груди и брюху, поросшим шерстью, он принимает позу, при которой спина обращена кверху, а брюхо — книзу.

Мы сами опознаем, в каком положении находится объект или животное — в правильном или перевернутом, — прежде всего посредством осязания, а затем уже с помощью зрительных

сигналов. Мы можем убедиться в том, что осязание играет здесь главную роль, если попросим кого-либо в течение нескольких дней непрерывно носить очки с особыми призмами, которые свет, направляющийся в левый глаз, отправляют в правый, и наоборот. Такой человек правым глазом увидит воспринимаемый левым глазом мир в перевернутом состоянии. При открытых глазах и нормальном положении головы зрительная картина мира будет для него точно такой же, какой она была бы для человека, подвешенного за пятки, голова у которого оставалась бы на прежней высоте. Сначала этот перевернутый вверх тормашками мир кажется очень странным: ходить по нему или попытаться что-либо сделать руками, когда смотришь на них и видишь их перевернутыми, стоит большого напряжения. Однако через четыре дня человек с такими линзами не будет видеть ничего странного в своем положении. Мозг воспринял эту перемену, и вот уже возвращается и прежняя ловкость рук, и былая способность направлять глазами движения пальцев. Но когда такие очки снимают, то мир, видимый невооруженным глазом, снова кажется перевернутым! Опять потребуется несколько дней, чтобы приучиться к соответствию между тем, что видят глаза, и тем, что могут чувствовать пальцы.

Но одного зрения явно недостаточно. Если человек наденет очки, которые искажают его поле зрения, и начнет в них ходить, то всего лишь через несколько часов у него восстановится способность к нормальному маневрированию. А если человек в таких очках будет разъезжать в кресле на колесиках, он ничему не научится. Точно так же, если связать вместе несколько котят и позволить одному из них не только видеть мир, но и передвигаться, в то время как другие будут лишь смотреть на те же предметы, что и он, у них разовьются совершенно различные по характеру реакции. Котенок, который не мог передвигаться, не приучился избегать столкновений с препятствиями или падений с крутых склонов, тогда как «бродячий» котенок развивается нормально. Верх и низ или иная неоднородность зрительного поля ничего не означают ни для котенка, ни для человека, пока они не закреплены постоянным опытом как корреляты между зрением и осязанием.

Не все животные способны вести нормальный образ жизни, когда их мир переворачивается или у них удаляют органы равновесия. Поведение некоторых из них, таких, как улитки-береговички, обитающие на морских побережьях, обусловлено силой притяжения Земли. Эти улитки положительно реагируют на свет, когда они оказываются перевернутыми вверх ногами, и отрицательно — при нормальном положении тела. Точно так же и

осьминог, которого обучили отличать горизонтальный прямоугольник от вертикального, теряет эту способность, если удалить хирургическим путем оба его органа равновесия. Без своих «уровней духа» он не сможет больше сохранять определенную ориентацию глаз. Потеряв эту способность, осьминог уже не сумеет различать предметы одинаковой формы, но по-разному ориентированные в отношении окружающего его мира.

Сегодня человек ставит перед собой новые проблемы, которые осьминог при его возможностях определенно не может разрешить. Каждый космонавт в космическом корабле обязательно встретится с невесомостью. И уж в космосе ни крошечный известковый хрусталик в мешочке внутреннего уха, ни кинестетические чувствительные органы не помогут ему определить направление. До тех пор пока скорость движения корабля по прямой или по огромной дуге остается постоянной, полукружные каналы космонавта не будут посылать нервной системе никаких сигналов, которые она могла бы интерпретировать. В своих ощущениях космонавт будет значительно дальше от реальности, чем сверчок, находящийся на поверхности воды в ведре, которое маленький мальчик крутит в вертикальной плоскости на вытянутой руке! Более чем когда-либо космонавт будет лететь вслепую и полностью зависеть от приборов, которые говорят ему, где он находится.

Если космонавт не станет думать о том, что путешествие будет долгим и что сам он будет заключен в закрытую защитную капсулу, где прямое зрение окажется скорее всего чрезвычайно ограниченным, то он продемонстрирует такую же храбрость и уверенность в отличной работе людей, подготовивших полет, которая нужна парашютисту, шагающему в открытый люк для прыжка вниз, пока не раскроется нейлоновый купол его парашюта. Но парашютист может положиться на гравитацию, которая подскажет ему, где верх и где низ.

Находясь вне поля земного притяжения, космонавт будет полагаться на приборы и систему гироскопов, чтобы обеспечить инерциальное руководство кораблем. Утешится ли он, узнав, что самые крупные из когда-либо летавших насекомых с размахом крыла в 75 сантиметров, которые жили 300 миллионов лет назад, как и современные стрекозы, обязаны своей поразительной авиационной способностью чрезвычайно простой системе инерциального руководства? Когда воздушный поток поднимает великолепные крылья стрекозы, тяжелая голова насекомого в силу инерции остается неподвижной. Тонкая шея позволяет туловищу свободно поворачиваться в разные стороны. Но

стрекоза ощущает любую асимметрию по отношению к голове с помощью двух маленьких подушечек, о которые начинает тереться голова, чуть только нарушается прямая линия, соединяющая голову с брюшком. Эти подушечки представляют собой чувствительные органы, которые посылают сигналы к мышцам крыльев, заставляя их приспособиться к полету и привести туловище в правильное положение по отношению к направляющей полет голове. И таким образом стрекоза стремительно летит вперед, сцепив свои маленькие ножки в виде корзиночки, в которую она собирает себе на обед москитов и комаров, стабилизируя свой полет при помощи древнего механизма, который человек только начал копировать для своих дальних полетов.

Стрекоза выжила в процессе эволюции и со времени каменноугольного века сохранилась до наших дней. Специалисты в области авиационной физиологии пытаются заранее отобрать таких людей, которые вероятнее всего окажутся пригодными для успешного полета в космическом пространстве. Эти практические исследования заставляют нас по-новому взглянуть на работу человеческого мозга.

Восприятие нами вертикального положения своего тела является не каким-то отдельным чувством, а тесно связано с личностью индивидуума. В результате более чем десятилетних исследований, проведенных в Даунстейтском медицинском центре Нью-Йорка, было выяснено, что испытуемые отдают предпочтение разным путям восприятия. До некоторой степени эти различия, видимо, врожденные, так как полностью формируются уже в раннем возрасте и часто проявляются в период от 8 до 13 лет. По мере роста навыки обычно шлифуются, но относительное положение детей внутри каждой группы существенно не меняется.

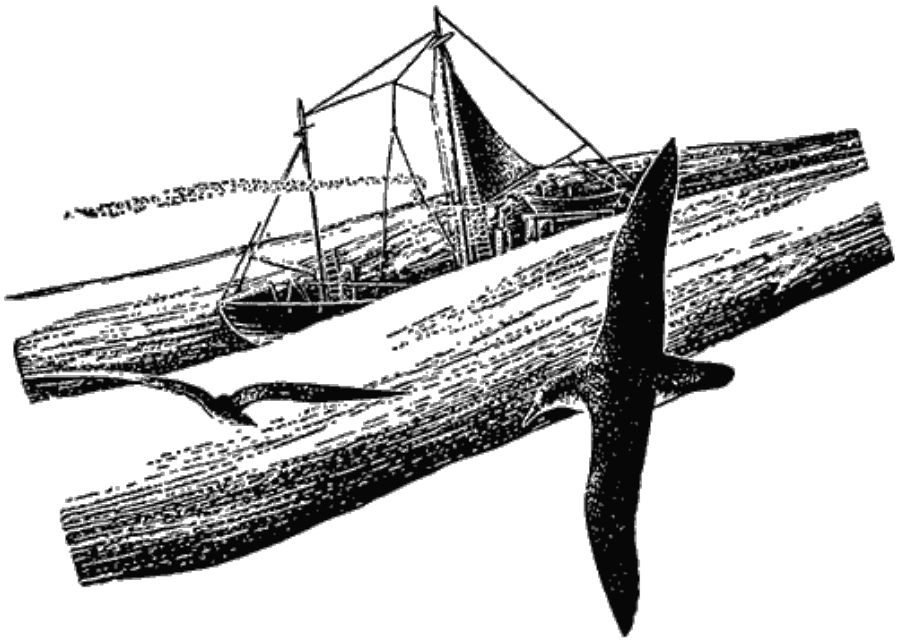
Многие из обследованных детей и взрослых при установлении горизонтального и вертикального направлений полагаются почти исключительно на зрение. Они не обращают внимания на сигналы, приходящие от внутреннего уха и чувствительных органов в коже, мышцах и сухожилиях. Эти люди, как правило, находятся в ребяческой зависимости от друзей и предпочитают такие задачи, которые они могут решать коллективно. Часто они воспитываются в семьях, где родители с большой неохотой доверяют им ответственные дела или же строго ограничивают их действия.

Другие испытуемые легко игнорируют зрительные сигналы, если они противоречат показаниям других органов чувств о положении тела относительно земного притяжения. Эти люди

обычно независимы по натуре и часто доходят до полного неподчинения. Как правило, они рано избавляются от родительской опеки и расширяют круг своих интересов, пытаясь успешно бороться с трудностями в окружающем их мире. В целом они добиваются большего успеха, чем первые, при опытах на IQ (коэффициент умственного развития), поскольку проявляют особый талант при решении таких задач, где требуется выделять простые элементы из беспорядочной сложности. Прибегая к этим чувствам, они прекрасно угадывают скрытую сущность явлений, хотя обычно не обладают особенно богатым словарным запасом, обширными знаниями или сообразительностью. Но что бы и как бы ни делали «независимые от зрения» испытуемые, они быстрее других узнают, где верх и где низ.

Каждому из нас хотелось бы знать, к какой категории принадлежим мы и как это отражается на наших представлениях о мире. Насколько наши навыки зависят от наследственности и насколько — от окружающей среды? По-видимому, способность прямо повесить картину связана с умением увидеть на кусте неподвижно сидящую птицу. Эти факты лишний раз доказывают, что такого рода чувства необходимо рассматривать с учетом всей личности. Ощущения, которые мы получаем, не определяются только объектами, действующими на наши органы чувств, или ограниченными возможностями этих органов чувств. Наш мозг также участвует в этом процессе, и именно поэтому каждая отдельная личность по-своему воспринимает Вселенную.

Глава 17
Куда повернуть?



Впервые в жизни я (Лорус) увидел живых мечехвостов во Флориде, около дока в Пасс-а-Грилль, когда исследовал небольшие углубления в песке, залитые водой после отлива. Поймав одного из них, я отнес его на более высокое место, подальше от воды. Мне было тогда 10 лет. Когда мой интерес к этому существу начал пропадать, отец потребовал, чтобы я отнес его обратно к воде. Тогда и произошло открытие: он сам уже отправился к морю. Независимо от того, как он был положен и какие преграды из песка вырастали на его пути, он безошибочно находил дорогу, толкая свое бронированное тело по направлению к волнам. Как же он узнал, куда идти?

Не у одних только мечехвостов сильно развито чувство направления. Множество других животных полагаются на подобные чувства. Однако еще каких-нибудь десяток лет назад самым распространенным объяснением этого явления было то, которое предложили Чарльз Дарвин, Альфред Рассел Уоллес и некоторые другие. По мнению этих выдающихся ученых, животное возвращается обратно по тому же пути, по которому его доставили в незнакомое место. Такой способ казался настолько

простым и логичным, что мало кто продолжал размышлять над этой проблемой. На самом же деле животные выбирают самую короткую дорогу, как будто они могут производить триангуляцию и знают направление к родным местам.

Утверждения о том, что существует более сложное чувство направления, не производили на ученых никакого впечатления до тех пор, пока они исходили главным образом от любителей домашних животных. Все эти истории казались неправдоподобными, преувеличенными и неполными. Если бы не объяснение, которое предлагал Дарвин, то как еще собака или кошка могла бы найти дорогу к дому, оказавшись в восьмидесяти, а то и в трехстах с лишним километрах от него в незнакомой местности? Ведь у животных нет ни дорожных карт, ни компаса. Конечно, никто не знал, какой путь проделывала собака или кошка, убежав откуда-то издалека и добравшись до конечного пункта пути. Ни один любящий хозяин не рискнул бы потерять своего питомца ради эксперимента и вряд ли пожелал бы оплачивать какому-нибудь равнодушному сыскному агентству слежение за животным, пока оно не вернется домой, на что могло уйти несколько недель.

Все животные, за исключением прирученных человеком, как правило, остаются неопознанными. Очень редко человек может различить их как отдельных особей. Если бы не металлическое нумерованное кольцо на ножке гаички или яркий узор, нанесенный цветной краской на брюшко пчелы, как бы еще человек мог убедиться в том, что именно это животное он видит во второй или третий раз? Однако нужно было окольцевать и снова поймать миллионы перелетных птиц, прежде чем удалось найти ясный ответ на вопрос: следуют ли мигрирующие птицы за старыми, более опытными членами стаи или же они полагаются на свое внутреннее чувство направления?

Покойный профессор Вильям Роуэн из Альбертанского университета в Эдмонтоне выпустил несколько молодых ворон, которых он выращивал дома, после того как все другие вороны давно уже улетели и на землю лег зимний снег. Несколько таких окольцованных молодых ворон удалось поймать на всем протяжении их пути в Оклахому, куда с наступлением холодов отправлялись альбертанские вороны всех возрастов. Они руководствовались чувством направления, которое приобрели еще в скорлупе яйца. Им не могли помочь ни родители, ни привычные ориентиры на местности, не было у них и опыта прошлых перелетов.

При перелетах инстинктивное ощущение правильного направления сильнее потребности подражания. Это обнаружили

европейские ученые, занимавшиеся кольцеванием птиц, когда они заменили яйца аистов из Западной Германии на яйца их восточногерманских сородичей. Вылупившиеся птенцы были окольцованы, и за ними велось наблюдение, пока не начались осенние перелеты. Когда приемные родители из Западной Германии отправились к долине Нила через южную Францию, Гибралтар и северное побережье Африки, их приемыши, вылупившиеся из яиц, снесенных в Восточной Германии, полетели другим путем. Они направились на юго-восток и в конце концов присоединились к стае аистов, летевших из Восточной Германии к долине Нила вдоль восточного побережья Средиземного моря, через Грецию и Малую Азию. Каждая птица во время перелета отделялась от стаи и продолжала самостоятельное путешествие.

Точно так же ни запоминанием поворотов и наземных ориентиров, ни руководством родителей нельзя объяснить способности меченых бабочек-данаид перелетать из восточной Канады в далекий Сан Луис Потози (Мексика), проделав путь длиной около трех тысяч километров. Однако весной, после зимовки в теплых краях Америки, многие из этих насекомых возвращаются в родные края, чтобы отложить на листьях канадского ватника свои яйца, из которых вырастет новое поколение бабочек.

Эти привычки настолько удивительны, что они заставляют нас усомниться даже в основных догматах науки. Правильно ли мы утверждаем, что органы чувств являются единственными каналами связи между внешним миром и нервной системой животного? По общепринятому мнению, это положение принимается всеми на веру. Опровергают ли его навигационные и хоминговые[24] инстинкты животных или человек просто не воспринимает сигналы из окружающего мира, которые стимулируют деятельность животных? Нам недостаточно признавать, что обладать чувством направления необходимо птицам, рыбам, морским черепахам, китам, летучим мышам и насекомым во время их путешествий или немигрирующим животным, которые всегда находят дорогу домой из незнакомых мест. После того как мы узнали, насколько хорошо эти животные умеют ориентироваться, для нас стало особенно важно разгадать, как же они узнают, куда повернуть?

При изучении этого неизвестного чувства прежде всего необходимо убедиться в том, что животные действительно выбирают определенное направление и следуют ему до самого конца путешествия. Чтобы получить полное представление о маршруте животных, нужно было бы на всем пути следования

достаточно часто ловить окольцованных птиц, однако сделать это удается очень редко.

Для того чтобы справиться с этой трудностью, некоторые биологи научились пилотировать небольшие самолеты и последовали за птицами, выпущенными в незнакомой местности. Самолеты кружили над ними на достаточно большой высоте, так что, по-видимому, не оказывали никакого влияния на их поведение. Выяснилось, что голуби и бакланы придерживаются верного направления слишком часто, чтобы это можно было объяснить простой случайностью. Совсем недавно конструкторы миниатюрных электронных приборов для спутников получили задание разработать очень легкие радиопередатчики, которые можно было бы закреплять на теле птицы или морской черепахи. С помощью радиосигналов, поступающих от этих электронных колокольчиков, можно определить час за часом точное местонахождение животных во время хоминга или миграции. Ученые все еще надеются расшифровать записи маршрутов таких полетов и понять этот способ ориентации.

Некоторые люди, по-видимому, тоже обладают каким-то смутным чувством направления. Находясь в чужом городе, они могут нисколько не растеряться, если, войдя в одну дверь универмага, выйдут из него через другую дверь и окажутся на незнакомой улице. Такие люди могут ночью вести машину по извилистым улицам или без колебаний сворачивать в нужном месте с большой кольцевой дороги, не пользуясь при этом указательными знаками, даже если раньше им никогда не приходилось пользоваться этим путем. Однако, если их спросить, как они это делают, они вам не ответят. Другие же обычно не доверяют столь смутному чувству, особенно когда наука не объясняет его сколько-нибудь приемлемым образом.

С магнитным компасом мы чувствуем себя увереннее. Мы начинаем понемногу забывать, что прошло всего семь столетий с тех пор, как европейцы впервые узнали от китайцев о свойствах магнитного железняка и о том, как использовать его для намагничивания компасной стрелки. Даже в английском написании слова «магнитный железняк» («load stone» или «lodestone») уже не ощущается указаний на то, что кусок магнитной руды когда-то был путеводным камнем (leadstone[25]), указывающим мореплавателям направление по отношению к магнитным силовым линиям Земли. Но существуют ли у животных «компасы» или какие-либо другие средства для восприятия «магнитных» направлений? У сотен голубей закрепляли под крыльями сильные магниты, надеясь, что при этом будет выведено из строя магнитное чувство, которым могут

обладать птицы. Но несмотря на дополнительный груз, птицы, пролетев много километров, в рекордно короткое время находили дорогу к родным гнездам. Результаты подобных опытов были опубликованы совсем недавно, в октябрьском номере солидного научного журнала «Nature» за 1960 год. В статье указывалось, что у мертвых майских западных хрущей не обнаружили никакого органа, проявляющего свойства постоянного магнита, что могло бы объяснить выдвинутую в 1957 году гипотезу, согласно которой эти жуки ориентируются в соответствии с магнитным полем Земли. Но как насекомые могли без компаса получать магнитные сигналы для своего чувства направления?

Примерно в это же время были получены данные, свидетельствующие о том, что миноги и рыбы испускают импульсы постоянного электрического тока, к которому чувствительна их кожа. Возможно, эти данные помогут ответить на вопросы, связанные с магнитной чувствительностью водных животных. Быть может, придонная улитка *Nassarius* полагается на подобное чувство; во всяком случае, доктор Франк А. Браун из Северо-западного университета, проведя в различное время солнечного и лунного дня опыты по изучению следов улитки и статистически обработав результаты этих опытов, высказал предположение, что она ориентируется в соответствии со «стрелками внутреннего магнитного компаса», которые по очереди становятся стрелками горизонтальных «часов» солнечного и лунного дня. Природа этих «стрелок внутреннего компаса» остается совершенно неизвестной. Подобное явление может оказаться широко распространенным в живой природе; это подтверждается полученными почти в то же время данными, что корни травы *Lepidium* растут параллельно геомагнитным силовым линиям.

Если бы животное могло знать, в каком направлении оно летит, и рассчитывать затраченное им время и скорость движения, оно, по всей вероятности, воспользовалось бы чем-то вроде метода навигационного счисления, который применяют мореплаватели. Покойный Вернер Рюппель обнаружил, что молодые серые вороны, обитающие в Европе, пользуются подобным методом. Ему удалось поймать и окольцевать в районе Росситен на Балтийском побережье Восточной Пруссии 900 ворон, которые совершали свою обычную весеннюю миграцию. 400 птиц он отпустил сразу, а остальных быстро отвез во Фленсберг, находящийся в южной части Ютландского полуострова, в 750 километрах к западу от Росситена. Он отпустил их в таком месте, в которое никогда не прилетали вороны этого вида. По мере того как ловили окольцованных им

птиц, Рюппель наносил на карту места, где их поймали. Все вороны, выпущенные в Росситене, отправились к восточному побережью Балтийского моря, где они всегда проводили период размножения. Все птицы, кроме одной, отпущенные во Фленсберге, были пойманы в северо-восточной Дании и Швеции на протяжении всей территории, которая напоминала по форме и размерам их родное прибалтийское побережье, но была удалена от него на 750 километров к западу. Серые вороны продолжали миграцию в обычном направлении, пролетая примерно такое расстояние, какое им требовалось при обычном перелете, и на этом заканчивали свое путешествие. Лишь несколько взрослых ворон, которых окольцевали по ошибке, не совершали каждый год перелеты по курсу, параллельному маршруту своих собратьев. Видимо, они поняли, что этот путь не приводит их к знакомым местам, где они размножались, и постепенно вернулись к этим местам и к привычным районам зимовки.

Даже пользуясь методом навигационного счисления, путешествующие животные или люди должны знать направление, в котором они двигаются. Доктор Дж. В. Т. Мэтъюс из Кембриджского университета утверждает, что голуби и другие птицы получают сигналы от Солнца и что на протяжении всего дня они могут компенсировать изменение угла относительно положения Солнца, когда оно находится низко над горизонтом при восходе, высоко над землей — в полдень и низко на западе — во время заката. Согласно его наблюдениям, голубю достаточно всего лишь нескольких минут, чтобы определить дугу, по которой Солнце проходит по небосклону, и предсказать положение Солнца в самой высокой точке этой дуги (направление прямо на юг). Для этого требуется очень сложная работа глаз и мозга птицы, так как вращение Земли каждую минуту смещает положение Солнца на небе всего лишь на половину его видимого диаметра. Однако доктор Мэтьюс считает, что птицы обладают чем-то бóльшим, нежели просто способностью точно рассчитывать дугообразную траекторию движения Солнца. По его мнению, у птиц имеется какой-то эквивалент секстанта и хронометра, поставленного по «домашнему времени». С помощью этих «приборов» они могут определить свое местонахождение в любой точке земного шара, учитывая угловую высоту полуденного Солнца и час (по «домашнему времени»), когда оно достигает наибольшей высоты. Высота Солнца дает широту, а «домашнее время» в полдень — относительную долготу местности.

Тем, кто сомневается в существовании подобных инстинктов у птиц, придется решить трудную задачу — предложить другое, более простое объяснение способности, которую

продемонстрировали окольцованные альбатросы с острова Мэн, выпущенные в Америке; поодиночке они пролетели за двенадцать с половиной дней около пяти тысяч километров над пустынным океаном, не сохраняющим никаких следов, и вернулись к родным гнездам на острове, возле западного побережья Англии. Для такого перелета необходима среднесуточная скорость не менее 16 километров в час, а то и больше; ведь птицы время от времени должны были останавливаться, чтобы поесть и отдохнуть. Каждой птице нужно было чувствовать местонахождение своего острова по отношению к Америке, хотя в обычных условиях мэнские альбатросы никогда не отваживались улетать так далеко от дома.

Солнце — настолько заметный небесный ориентир, что ни у кого не возникает сомнения в способности птиц видеть его. Признать, что птицы действительно используют для ориентации положение Солнца и его дугообразную траекторию, нам мешает лишь невероятная сложность такого способа ориентации. Только достаточно сложные навигационные приборы позволяют летчику регулировать свой полет, управляемый автоматически по Солнцу, по мере того как он будет идти обычным путем с востока на запад. Чтобы подобным образом ориентироваться по Луне, как это якобы делают перелетные птицы после захода солнца, потребовалось бы соответствие с лунными часами, где сутки продолжаются 24,8 часа и отсчитываются от одного восхода луны до другого.

Птицы действительно совершают перелеты лунными ночами. Они летят и в звездные ночи, когда нет луны, но редко отправляются в путь в облачную или туманную погоду. Может ли быть, чтобы птицы инстинктивно ориентировались по большим созвездиям? Доктор Зауэр из Фрейбурга (Германия) вырастил несколько мигрирующих по ночам славок в таком помещении, где они даже мельком не могли видеть небо. В этих условиях он продержал их до тех пор, пока для них не настало время отлета в районы зимовок. Затем в закрытом садке он отвез молодых птиц в Бременский планетарий и открыл этот садок только после того, как на искусственном небосводе загорелись звезды. Славки сразу же повернулись в том направлении, в котором в это время уже летели их родители. Когда клетку с птицами снова закрыли покрывалом, механик передвинул искусственный небосвод таким образом, что созвездия, которые должны были быть на юге, оказались на западе. Покрывало отдернули, и птицы изменили прежнее положение, повернувшись на 90°, и снова сориентировались на южные звезды. Не изменили они своего направления и тогда, когда искусственное небо планетария начало медленно вращаться и картина звездного неба

поворачивалась точно так же, как при действительном вращении Земли. Действительное направление ничего не значило для славок; они ориентировались по звездам.

Даже электрическая лампочка, медленно передвигающаяся по дуге, которую описывает на небосклоне солнце, может служить для птиц в клетке достаточно хорошим ориентиром. При этом птицы занимают такое положение, чтобы голова у них смотрела в ту сторону, куда они полетели бы, будь они на свободе. По-видимому, даже рыбы, несмотря на искаженную толщей воды картину мира, используют положение Солнца и звезд как основу для точной навигации. Лосось, находящийся за тысячу километров от берегов Тихого океана, в течение нескольких лет помнит угловую высоту солнца в устье его родной реки, бегущей вдоль американского побережья, а затем соотносит этот угол с показаниями внутренних часов, которые идут точно по местному времени его родной реки, — все это производит на нас гораздо более сильное впечатление, чем способность лосося вспомнить специфический запах воды притока, где он появился на свет. Из тайных глубин нашей памяти к нам может прийти запах или вкус определенных веществ, который мы ощущали лишь в раннем детстве. Мы даже можем вспомнить те обстоятельства, при которых впервые встретились с этим запахом. Почему же мы так неохотно признаем, что чувствительностью, которая никогда не была столь значимой для человека, обладает рыба? Или птица? Или саламандра?

Обычно мы пытаемся упростить природу. Мы считаем какое-то одно объяснение вполне достаточным, признаем его как своего рода универсальную истину. Если голубь, альбатрос или лосось используют Солнце для ориентации, то мы ищем точно такую же систему у всех других живых организмов, совершающих миграции или умеющих находить дорогу домой. Однако и земные ориентиры очень важны для многих животных, как и для нас самих. Вероятно, улитка «морское ухо» пользуется некими подводными эквивалентами земных ориентиров, когда она, отправляясь на ночную охоту, покидает тихое дневное укрытие и возвращается к родному дому только перед рассветом. В настоящее время мы не располагаем достаточной информацией по поводу навигационных средств, важных для различных видов животных. Но почти наверняка они включают в себя чуть ли не каждый сенсорный стимул, на который реагирует живой организм.

Несколько лет назад профессор В. С. Твитти из Станфордского университета, изучая зародышей саламандр, пришел к выводу, что он не знает, живут ли саламандры более

одного-двух лет, и что ему неизвестно, считают ли они своим домом ту реку, у берегов которой проводят брачный период и откладывают яйца. Чтобы получить ответы на эти вопросы, он взял из одного водоема 262 саламандры, особым образом пометил их и тут же выпустил обратно. После этого он год за годом вылавливал и осматривал каждую саламандру, которую удавалось обнаружить в этой реке. И каждый раз, как ему попадалась меченая саламандра, он нумеровал ее, снова метил и выпускал там же, где находил. Каждый год возвращалась в реку лишь часть ее меченых обитателей; так, например, на седьмой год вернулись 32 %. Но многие из них не появлялись в этой реке раньше — на пятый и шестой год, и не возвратились на следующий, восьмой год. Саламандры живут удивительно долго, поэтому их должно было выжить гораздо больше чем 32 %.

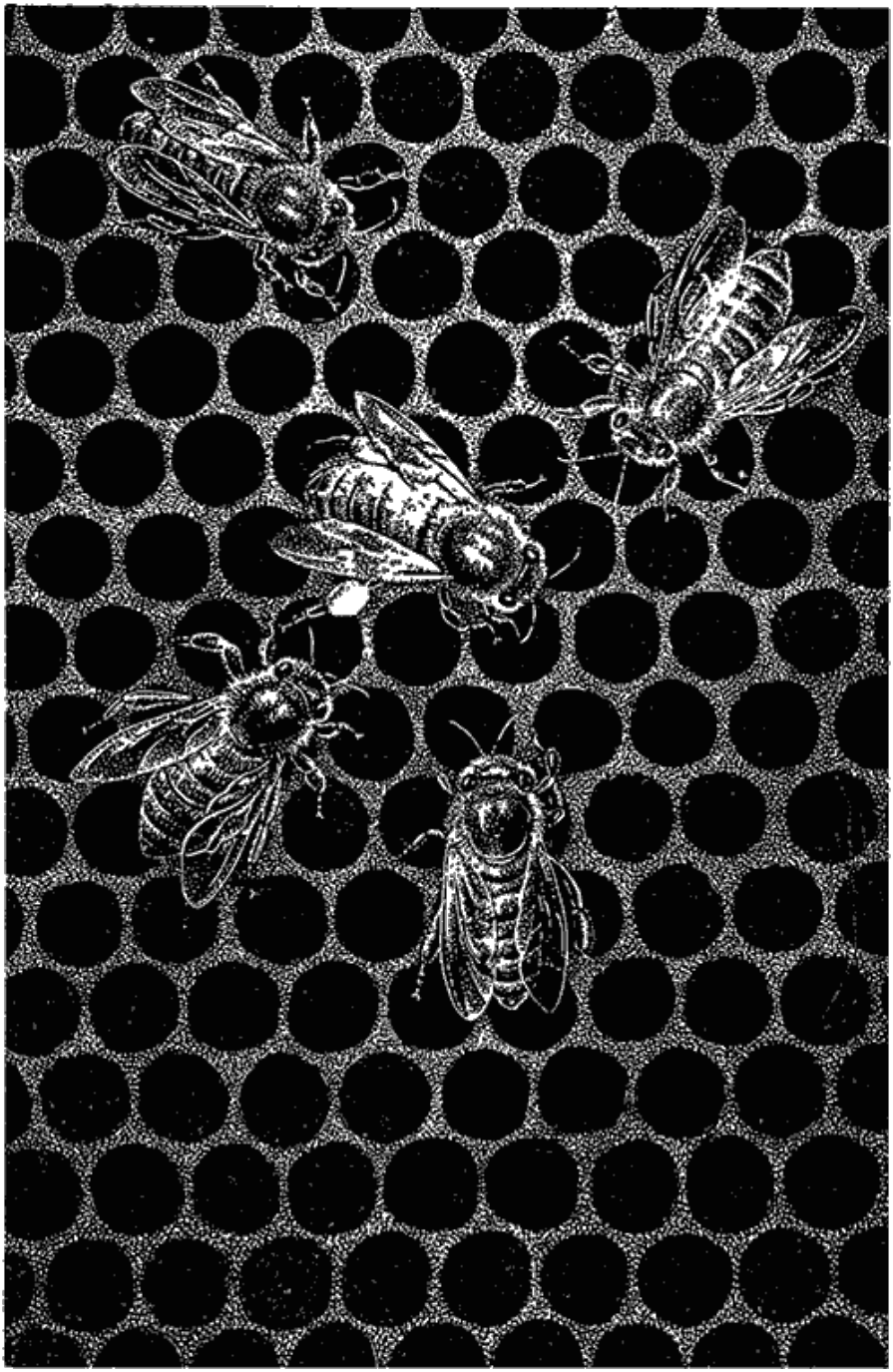
Между периодами размножения каждая из этих саламандр выходила на сушу. Они расселялись в прибрежной гористой местности и прятались под землей во время летних сухих месяцев. Однако почти всегда меченая саламандра возвращалась к воде, оставаясь верной своей родной реке.

Профессор Твитти решил перенести несколько меченных особым образом саламандр в другое место и посмотреть, сумеют ли они найти дорогу к «дому». Из тысячи меченых саламандр, которых он перенес в другую реку почти за пять километров от их речки, восемнадцать особей сумели на третий год добраться домой. Они перебрались через горный хребет высотой более тысячи футов над уровнем воды в реке, чтобы достигнуть родного бассейна. Как же они нашли дорогу домой?

Зрительные ориентиры, по-видимому, исключаются. Саламандры, у которых удалили глаза, добираются до своих родных водоемов по суше, покрывая расстояние иногда в полтора километра. Осязание тоже не является необходимым. В горизонтальном загоне, имеющем форму звезды, где пол покрыт пластиком, они медленно ползут в правильном направлении. Если пол покатый, то и это не оказывает на них заметного влияния. Очевидно, саламандры не обращают внимания на путь, по которому движутся домой. Возможно, каналом, по которому поступают навигационные сведения, является запах. Однако как могла саламандра почуять характерный запах родного водоема, находясь почти в пяти километрах от него и к тому же по другую сторону горы? Как заявил профессор Твитти станфордскому священнику, «если окажется, что дело не в запахе, то поистине вся проблема относится скорее к сфере теологии», чем к работе факультета зоологии. Твитти «с радостью припишет это явление основным теологическим положениям».

Должно быть, такая же идея пришла в голову итальянскому энтомологу Ф. Санчи в десятых годах нашего столетия, когда он попытался объяснить способность североафриканских муравьев возвращаться к своему муравейнику. Он посадил муравья за высокий забор; таким образом, насекомое не могло видеть какие бы то ни было земные ориентиры. Светонепроницаемый диск отбрасывал на муравья тень, скрывая от него местоположение солнца. И все-таки насекомое, поспешно возвращаясь домой, поворачивало в нужную сторону. Санчи сделал вывод, что муравей мог видеть звезды и ориентироваться по ним даже днем, когда глазам человека небо представляется равномерно голубым.

Гораздо более удивительным было объяснение, предложенное в 1949 году великолепным экспериментатором, мюнхенским профессором Карлом фон Фришем. Он пытался выяснить, как домашние пчелы передают друг другу информацию внутри улья. Каким образом рабочая пчела, обнаружив сладкую воду и возвратившись в улей, могла точно сообщить другим пчелам, как далеко надо лететь и в каком направлении? Через красное окошечко, сделанное в боковой стенке улья, фон Фриш наблюдал за особым образом помеченными пчелами, которые возвращались домой. Они исполняли на вертикальных сотах своеобразный короткий танец, а другие рабочие пчелы, окружив их плотным кольцом, наблюдали за ними. Пчела, прилетевшая от кормушки, расположенной в девяти метрах от улья, во время танца неизменно совершала определенные круговые движения; в одном и том же месте круга она поворачивала в обратную сторону. Пчела, которая прилетела от кормушки, отстоящей от улья на 1000 метров, исполняла свой танец, выписывая «восьмерку» — одна петля налево, другая направо — и виляя кончиком брюшка, когда двигалась по прямой между этими двумя петлями. По различным рисункам танца фон Фриш понял, как рабочая пчела передает сигналы «близко» и «далеко». Танец «восьмерка» означал сигнал «далеко», и он исполнялся быстрее, когда пища находилась в ста метрах от улья, и медленнее, если сладкую воду относили за три километра. Если пища была в ста метрах, пчелы каждую четверть минуты вытанцовывали пять законченных фигур, а если в трех километрах — всего лишь одну-единственную «восьмерку».



Фон Фриш заметил также, что когда сладкая вода расположена далеко от улья, то направление прямой линии, по которой пчела, виляя своим «хвостом», пробегает между двумя кругами, изменяется в зависимости от времени дня и ориентации

улья по отношению к пище. Если пчелы рано утром виляли «хвостом», поднимаясь по сотам, значит пища находилась в восточном направлении, в полдень — в южном, а ближе к заходу Солнца — в западном. Побывав в полдень у источника сладкой воды, удаленного на 200 метров, пчела по возвращении виляет «хвостом» на сотах, опускаясь вниз, если кормушка в восточной стороне, и направо, если кормушка в западной. Во всех случаях угол между прямой линией, проходящей через середину «восьмерки», и вертикалью на поверхности сотов соответствовал тому углу, по которому рабочая пчела должна лететь из улья, используя Солнце в качестве небесного ориентира. Точка, где пчела во время «кругового танца» поворачивала в обратную сторону, означала угол на улье между пищей и Солнцем[26]. Именно в этом заключается способ передачи направляющей информации пчел. Фон Фриш описал его как «язык» пчел.

Фон Фриш, так же как и Санчи со своими североафриканскими муравьями, был озадачен, обнаружив, что мюнхенские пчелы могут давать и получать указания о направлении, даже когда Солнце закрыто тяжелыми тучами, но остается открытым значительный кусок голубого неба. У фон Фриша было одно преимущество перед Санчи: за годы, прошедшие после экспериментов Санчи, были изобретены поляроидные солнечные очки, и фон Фриш прекрасно видел, что голубое небо, которое кажется равномерно окрашенным, значительно различается по углу поляризации. Об этом свидетельствует рассеянный свет, попадающий в глаз наблюдателя. Хотя глаз человека, не вооруженный поляроидным биноклем или призмой Николя, этого не замечает, сложные глаза насекомых, по-видимому, улавливают поляризованный свет. Проведя исключительно простые опыты с использованием поляроидного покрытия, фон Фриш доказал, что пчелы на самом деле получали сигналы от поляризованного света неба, руководствуясь ими как компасом. Наряду с внутренними часами, которые как бы отмечают движение Солнца в течение дня, насекомые используют свой «небесный компас» для навигации и для того, чтобы в темном улье сообщить о том, куда лететь за взятком.

Недавно были проведены опыты с пчелами, доставленными на скором самолете из Парижа в Нью-Йорк; обнаружилось, что пчелам достаточно очень небольшого опыта, полученного при новом расположении Солнца, чтобы они переставили свои «внутренние часы» и начали разыскивать пищу по времени Нового Света. И нью-йоркские пчелы в Париже быстро произвели подобную перестройку. Но когда пчел перевезли из северного

полушария в южное, они, по-видимому, уже не могли ориентироваться. Ведь солнечный компас в южном полушарии оказывается перевернутым, и Солнце в полдень находится на севере! Пчеловоды считают, что способность этих насекомых компенсировать заметное перемещение Солнца с востока на запад передается по наследству, причем одна мутация закрепилась в процессе эволюции у животных северного полушария, а противоположная ей — у обитающих к югу от экватора.

Если сложный глаз особенно хорошо приспособлен для определения плоскостей поляризации света на дневном небе, тогда, видимо, небесный компас играет очень значительную роль в жизни огромного большинства животных. Более трех четвертей обитателей животного царства имеют сложные глаза. К ним относятся наземные и пресноводные насекомые, мечехвосты, которые медленно двигаются в поисках пищи по морским песчаным отмелям и заползают дальше на сушу, а также ракообразные с множеством удивительных привычек. Больше никто не сомневается, что мигрирующие в юго-западном направлении к Мексиканскому заливу бабочки-данаиды и отдельные популяции[27] бабочек, отправляющихся на зимовку из Британской Колумбии прямо на юг, в Калифорнию, с успехом пользуются именно этим методом навигации. Мутация, передававшая насекомому по наследству неправильное чувство направления, скорее всего привела к гибели животных с таким чувством, поэтому теперь в каждой популяции преобладают особи с нормальным «компасным» чувством. Мутанты бабочек-данаид из северо-восточной области Америки, которые во время миграции летят на юг, а не на юго-запад вдоль покатого побережья Атлантического океана, возможно, являются предками тех немигрирующих данаид, которые встречаются сейчас в Вест-Индии. Мутанты из северо-западной области Америки, направлявшиеся на юго-запад, а не прямо на юг, могли достигнуть Новой Зеландии и обосновать «там, внизу», новую колонию, как это случилось в конце девятнадцатого века.

За годы, прошедшие после опытов Санчи с муравьями, которые привели его в такое недоумение, и после неудачных попыток мальчика сбить с толку мечехвостов, направлявшихся к воде в районе Пасс-а-Грилль, ко всем этим предположениям стали относиться достаточно серьезно. Почти такое же чувство направления, как у мечехвоста, было обнаружено у другого животного, обитающего на песчаном побережье. Если вытащить из воды рачка бокоплавы *Talitrus*, живущего вдоль Адриатического побережья Апеннинского полуострова, он автоматически повернется к востоку и быстро побежит к соленой воде. Живущий

на берегу Неаполитанского залива или на побережье со стороны островов Корсики и Сардинии, рачок бокоплавы направится на запад к Тирренскому морю. Если такого неаполитанского рачка перевезти на побережье Адриатического моря, он опять-таки побежит на запад от моря в сторону гор, хотя через них ему никогда не перебраться. В непривычном месте врожденное чувство направления становится для рачков роковым. Но до тех пор пока каждая популяция остается в обычной для нее местности обитания, ее небесный компас оказывается весьма ценным.

Итальянские ученые Ф. Папи и А. Парди, обнаружившие у себя на родине такие расхождения в поведении рачков бокоплавы восточного и западного побережий Апеннинского полуострова, пришли к заключению, что эти ракообразные ведут активный образ жизни на побережье лишь ночью. Поразительно, что рачки могут правильно ориентироваться при лунном свете. Они ждут появления Луны и тогда отправляются путешествовать в поисках пищи. Но могут ли эти животные улавливать направление, если загородить их от Луны светонепроницаемым экраном? Есть ли у них какой-либо эквивалентный «прибор» для ориентации по звездам, о котором говорил Санчи? Должны ли они каждую ночь ждать восхода Луны, чтобы вновь завести свои часы?

Никого не удовлетворяло объяснение, что муравьи днем видят на небе звезды. В такой же мере непонятным кажется и предположение, что бокоплавы способны улавливать поляризованный свет на ночном небе или что они могут видеть созвездия. Они почти так же слепы, как и летучие мыши. Ни те, ни другие не реагируют на картину искусственного звездного неба. Однако мы знаем, что в северных широтах существует несколько видов насекомоядных летучих мышей, пролетающих сотни и тысячи километров даже над открытыми просторами океана, лишенного каких-либо земных ориентиров, которые могут отразить в виде эхо их ультразвуковые сигналы. Как же тогда летучая мышь ночью правильно ориентируется над океаном? Быть может, она полагается на чувствительные сигналы, которых мы не воспринимаем, — на что-то такое, о чем мы и не подозреваем?

О небесном компасе, как и об эхо-локации, стало известно лишь в самые последние годы. У нас есть все основания ожидать дальнейших волнующих открытий. Почти наверняка вслед за этим будут выявлены и еще какие-то особые чувства, подсказывающие животным — а возможно и человеку, — куда повернуть.

Глава 18
Зрение днем

Среди посетителей смотровой галереи на самом верху Эмпайр Стейт Билдинг мы видели недавно двух юношей, которые спорили между собой о марках и моделях автомашин, проезжавших внизу по улице, по дну городского каньона. Отличить мужчину от женщины среди прохожих, находящихся на глубине 400 метров, — это уже хороший показатель остроты зрения. А различение мелких деталей конструкции автомобиля, на которых основывались мнения юношей, — это предел зрительных способностей человека.

Самым маленьким предметом, который большинство людей видит с расстояния в 400 метров, будет мускусная дыня, а яблоко или мышь окажутся невидимыми. Но ястреб, преследующий голубя на высоте смотровой галереи, заметит на тротуаре внизу даже десятицентовую монету, не говоря уж о мыши, в которой он несомненно увидит свою добычу. Когда ястреб максимально напрягает зрение, он исследует поверхность земли как бы с помощью восьмикратной линзы.

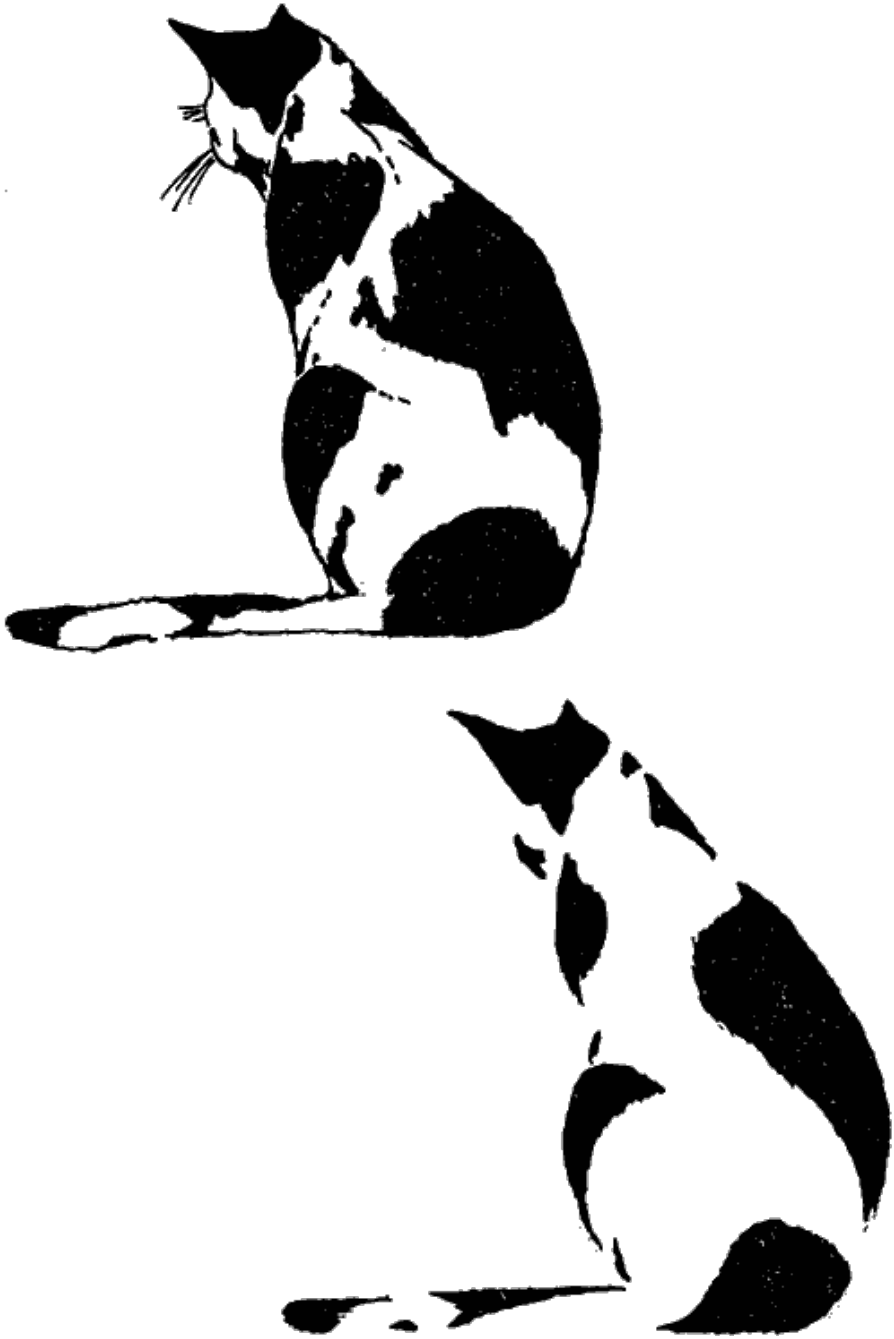
Необыкновенная острота зрения у многих птиц уже давно известна человеку. Во времена соколиной охоты было принято возить на луке седла клетку с маленькой птичкой, вроде сорокопута. Обученный сокол часто поднимался так высоко, что человеческий глаз не мог различить его на фоне голубого неба. В этих случаях по поведению пленного сорокопута сокольничий мог определить, где находится его птица. Инстинктивно опасаясь сокола, маленькая птичка поднимала голову и держала ее таким образом, чтобы не выпускать его из поля зрения.

Мы тоже поворачиваем голову и заставляем глаза двигаться, чтобы поместить изображение интересующего нас предмета на маленькую область сетчатки глаза, где наше зрение является наиболее четким. Люди могут по одним лишь чертам лица узнать друг друга на расстоянии семи метров только потому, что каждый из них перемещает изображение лица другого в эту наиболее чувствительную область глаза и анализирует здесь — к примеру, в 283 отдельных участках — эту мельчайшую картину (менее 0,5 миллиметра в поперечнике). Те же самые бесконечно малые участки светочувствительной области глаза управляют автоматическим рефлексом, при помощи которого мы так четко фокусируем на сетчатке изображение, регулируя мышечный контроль над хрусталиком.

Для того чтобы сделать какие-то выводы из столь тонкого анализа зрительных объектов, сигналы, идущие из этой особой анализирующей области глаза, обрабатываются определенной зоной мозга, которая по площади раз в 800 превышает чувствительную область глаза, — своеобразной вычислительной машиной, определяющей значение новых зрительных впечатлений путем сопоставления их с прежним опытом. У человека зрительная зона коры головного мозга делится на две приблизительно равные части, одна из которых следит за центральным полем сетчатки глаза, а другая ведет общее наблюдение за окружающим миром при помощи остальной части глаза, которая велика по размеру, но дает менее четкие изображения.

Мы до такой степени полагаемся на прошлый опыт, что

иногда склонны видеть то, чего ожидаем; часто мы не замечаем явных особенностей, которые могли бы удивить нас. Обследуя все, что находится в поле зрения, наш взгляд быстро перескакивает с одного крошечного участка на другой, а промежутки между ними заполняет наш мозг, используя при этом содержимое памяти. Несколько темных пятен, расположенных в известном нам порядке, воспринимаются как изображение целой кошки, вполне определенной, — может быть, той, которая принадлежит соседу по улице. Мы дополняем отсутствующие части теневой надписи, вряд ли сознавая, что художник нарисовал только 50 % контура каждой буквы. Мы легко можем узнать узоры на фарфоровом блюде, найти достаточно оснований, чтобы считать его первосортным, оценить его размер — чайное это блюдо или обеденное; но мы не замечаем щербинку на ободке, пока пальцы не заставят мозг насторожиться. Только тогда глаза обнаруживают брак.



Те детали, которые интересны или важны для мозга, обычно представляют собой лишь ничтожную часть наших зрительных ощущений. Кроме того, каждый вид животных разительно отличается от всех остальных тем, какое значение он придает специфическим зрительным ощущениям. Так, перед человеком

возникает проблема: установить, какие особенности внешней среды, попадающие в поле зрения животных, фактически управляют их поведением. Для зарянки это особый оттенок красного цвета, соответствующий окраске грудного оперения самца в брачный период. При виде этого цвета самец зарянки бросается в атаку, защищая определенный участок территории. По-видимому, никакие другие зрительные сигналы, приходящие одновременно с этим, для него не имеют значения. Безразлично, окрашена ли в этот цвет грудка самки, за которой можно было бы поухаживать, или пучок шерсти, надетый на прутик, — самец зарянки должен прогнать его или уничтожить. Подобным же образом пурпурные ласточки независимо от пола будут преследовать модель самолета с бензиновым моторчиком, у которой темно-пурпурный фюзеляж и диагональные полосы на крыльях; но они не обратят внимания на модели других цветов.

Можно было бы ожидать, что великое множество видимых деталей, открывающихся чайке или канюку, который патрулирует определенный кусок неба, помешают им быть внимательными к чему-нибудь еще. Однако отдаленная точка в небе — птица-соседка — не менее важна для них, чем ландшафт побережья или морской пейзаж внизу. Если кто-нибудь из соседей снизится, патрулирующие поблизости птицы займут освободившийся участок неба и начнут разыскивать исчезнувшего соседа. Проявив некоторую настойчивость, они могут присоединиться внизу к обеду, который он отыскал.

Стремясь изучить отличия, благодаря которым птицы одного вида могут узнавать друг друга, орнитологи детально исследовали коллективное поведение домашних птиц. Если «подчиненная» птица нападает на «высокопоставленную» при твердо установленном на птичьем дворе порядке клевания, то это значит, что произошла социальная ошибка. Видимо, «высокопоставленную» птицу больше нельзя узнать. Чаще всего это происходит после появления каких-либо изменений на голове (особенно изменений гребня) и шейке той птицы, которая обладает привилегиями в очередности клевания. Домашние птицы фактически способны различать даже отдельные общественные группы. Они побегут к членам своей стаи, даже если их разделяет расстояние в 40 метров. При таком удалении курица в боковом поле зрения кажется объектом того же размера, что и пшеничное зерно, видимое с одного метра — наибольшего расстояния, на котором курица распознает в зерне пищу и бежит к нему.

Довольно трудно показать, насколько важны для птиц характерные детали самого зерна. В пасмурный день цыплята

обычно не обращают внимания на зерна. Они не замечают их и в комнате с рассеянным освещением, когда зерна не отбрасывают тени. Но даже глядя обоими глазами, птицы будут по многу раз клевать на полу окрашенные под цвет зерен пятнышки, если сбоку от каждого изображения зерна нарисована черная тень. Видимо, она является тем характерным признаком, по которому птица оценивает размер, форму и расстояние до зерна. Может быть, как раз из-за отсутствия тени многие птицы бездеятельны в пасмурную погоду.

Значительную часть таких реакций на характерные детали зрительных объектов птицы и многие другие животные приобретают по наследству. Птенец, который только что вылупился из яйца, не обратит внимания на пролетающую над ним утку, но с явным страхом будет реагировать на появление ястреба. Очертания ястреба и утки во время полета не так уж отличаются друг от друга. Когда эти птицы планируют, их вытянутые крылья очень сходны по форме. Длинной шее утки соответствует длинный хвост ястреба, а короткому утиному хвосту — короткая ястребиная голова. Разница в том, что направлено вперед — длинный выступ или короткий. Представление об этом является у птенца врожденным. Если черный картонный силуэт парящей птицы двигать над птичьим двором по горизонтальной проволоке длинным выступом вперед, птенцы спокойны — это всего лишь утка. Но если длинный выступ оказывается позади — они бросаются врассыпную и прячутся: это ястреб!

Вылупившиеся в темноте птенцы, которых еще ни разу не кормили, быстро реагируют на кусочки любого твердого материала размером со съедобное зерно. Они попытаются клевать ясно различимый шарик, лежащий за прозрачной стеклянной пластинкой, явно отдавая ему предпочтение перед плоским диском или угловатой трехмерной пирамидой такого же размера в соседнем окошке. Совершенно очевидно, что подобное предпочтение носит врожденный характер. Это заставляет нас задуматься над тем, насколько хорошо умеют различать предметы новорожденные дети.

Исследовать младенцев труднее: они, по-видимому, утомляются и начинают дремать. Однако некоторые малыши, над которыми производились наблюдения в Университете «Вестерн резерв» в первые две недели их жизни, рассматривали предъявляемые им попарно круглые картинки, затрачивая на это разное количество времени. Диски с грубыми набросками человеческого лица привлекали гораздо больше внимания, чем равные им по размеру диски, где в беспорядке были нарисованы

те же самые изображения глаз, бровей, носа и рта, или сероватые или цветные диски. Уже в этом возрасте — и не исключено, что по врожденной способности, — младенцы обращали внимание на те черты, по которым взрослые узнают друг друга и определяют настроение человека. Мы могли бы рассматривать это как первые проблески ощущения своей социальной принадлежности. По-видимому, оно быстро развивается по мере того, как глаз ребенка регистрирует все более мелкие детали. Для того чтобы опознать предмет, месячному ребенку требуются в 60 раз более крупные признаки, чем взрослому. Однако полугодовалый малыш воспринимает уже более мелкие предметы и способен различать детали всего лишь в пять раз крупнее, чем самые маленькие, которые может увидеть взрослый.

Зрение играет важную роль как в умении детей опознать своих родителей, так и в способности родителей опознать собственных детей. В самом деле, только что вылупившийся утенок прочно привязывается к первому движущемуся предмету, который он увидит после появления на свет. Это может быть мама-утка, или чучело, которое тянут на веревочке, или человек, или даже медленно движущийся мотоцикл. Что бы это ни было, у утенка создается прочная пожизненная привязанность к увиденному предмету, и он отвергает любую замену, какой бы естественной она ни была. Точно так же, если собака-мать, или корова, или крыса не имели возможности как следует разглядеть своего отпрыска, они возьмут под опеку любого приемыша, даже если он принадлежит к совершенно другому виду.

Ранние зрительные впечатления обычно оказывают значительное влияние на дальнейшее поведение животных. По-видимому, первые три дня жизни являются решающими для мигрирующей саранчи Среднего Востока и Африки. Каждое отдельное насекомое, которое после появления из яйца не встречает других представителей своего вида, начинает отдавать предпочтение одиночеству и тени и обычно избегает общества своих сородичей. Напротив, саранча, которая появилась на свет в условиях скученности, проводит всю жизнь в компании товарищей. Она хорошо переносит солнечный зной и быстро приобретает привычки огромными стаями перемещаться в поисках пищи, уничтожая посевы человека. Хочется знать, отдавал ли бы Торо[28] столь решительное предпочтение собственному обществу, если бы он появился на свет в современном родильном доме и провел первые дни в комнате с кондиционированным воздухом, лежа в одной из близко сдвинутых в ряд детских кроваток. И не превращается ли человеческий род в расу кочующих прыгунов из-за той тесноты, с

которой мы сталкиваемся в самом раннем возрасте?

По всей вероятности, зрение связывает нас с нашими собратьями гораздо больше, чем мы предполагаем. Марсель Марсо и другие профессиональные мимы всю жизнь постоянно совершенствуют свое искусство — уменье говорить без слов с любой аудиторией независимо от ее возраста и национальной принадлежности. Очень может быть, что универсальный язык циркового клоуна старше любого произносимого слова.

Легкие движения и быстрые взгляды нередко помогают близким товарищам понимать друг друга. Эти информативные действия, на которые зачастую не обращают внимания, иногда как бы перекидывают мостик через естественные барьеры между различными видами живых существ. При внимательной проверке обнаруживается, что все те лошади и собаки, которым в народе приписывают способность считать и складывать по буквам слова, реагируют на незначительные особенности в поведении хозяев. Многому ли может научиться лошадь или собака у каких-нибудь других животных при подобном внимании к малейшим движениям? Наш врач утверждает, что собаки поддерживают связь посредством зрения и что собака пациента безбоязненно входит в комнату врача только в том случае, если хозяин завяжет глаза своему спаниелю-спрингеру, сидящему перед камином у его ног.

Значит ли это, что чужая собака воспринимает сигналы, которые исходят от глаз собаки врача, или же спаниель, если не завязать ему глаза, будет реагировать на приход собаки посетителя какими-то легкими телодвижениями, которые замечает вновь прибывший?

Мы, как и любой другой вид животных с глазами, используем зрение во многом для того, чтобы распознать предполагаемую пищу. Однако, как указывал философ восемнадцатого столетия Давид Юм, «ни чувства, ни разум ничего не могут сообщить нам о тех качествах, которые делают что-либо пригодным для питания и поддержки человеческого организма». Что же именно в пище, которую мы никогда не пробовали, подсказывает нам, что ее можно съесть без всякого вреда? Исходя из каких признаков даже неопытная щурка, птица-пчелоед ловит насекомое с черно-желтыми поперечными полосками на брюшке и с силой клюет его, так чтобы сразу разрушить все жалящие механизмы, а затем уже использует это насекомое в пищу? Исходя из каких зрительных ощущений жаба узнает, достаточно ли мало насекомое, чтобы служить добычей, или же оно такого размера, что нужно включить механизмы оборонительного поведения?

Весьма специфические зрительные сигналы связаны с

ухаживанием, так как только животные с достаточно хорошим зрением ухаживают за своими самками. Однако, число признаков, которые нужно опознавать, должно быть невелико. Иначе как мог бы цветок орхидеи ввести в заблуждение самца паразитической мушки, разыскивающего самку своего вида? Видимо, некоторые орхидеи обладают как раз этими решающими признаками, которые заставляют насекомых осуществлять ложное спаривание с цветком, опыляя его при этом.

Сравнивая, какую роль играет зрение у человека и у других представителей животного царства, можно было бы ожидать значительной разницы между видимым миром человека и других позвоночных животных, с одной стороны, и видимым миром насекомых и ракообразных — с другой. Наши глаза, подобно глазам осьминогов, каракатиц и кальмаров, достаточно мягкие. Поэтому для безопасности они углублены в тело; в них есть всего лишь по одному хрусталику, который обслуживает все светочувствительные клетки. Если бы фотоаппарат уже не был изобретен, почти все принципы его устройства можно было бы вывести из строения глаза этого типа. Однако животные с глазами по типу фотокамеры составляют меньше 6 % всех обитателей животного царства. Огромное же большинство — более 77 % — это насекомые и ракообразные со сложными глазами, как у пчелы. Сложный глаз состоит из выпуклой твердой наружной поверхности; приблизительно на каждую дюжину его светочувствительных клеток приходится по одному хрусталику. Каким же видят мир глаза насекомого?

На голове пчелы длиной всего лишь в 18 миллиметров расположена пара выпуклых сложных глаз, каждый из которых состоит примерно из четырех тысяч слегка сужающихся к одному концу цилиндрических элементов, которые соединены вместе, как семена в шаровидном платановом орехе. Каждый такой элемент, обладающий своим хрусталиком, должен информировать насекомое о любых изменениях в количестве света, приходящего от какого-либо одного маленького участка общего поля зрения. Такого рода глаз очень чувствителен к движению, когда светлые и темные участки в поле зрения воздействуют один за другим на радиально расходящиеся элементы.

Самое лучшее зрение пчелы значительно слабее нашего наихудшего. Чтобы пчела смогла увидеть какой-нибудь предмет, он должен быть относительно большим — в сто раз больше такого, который может разглядеть человек. А если предмет находится на периферии поля зрения пчелы, его размеры должны быть в шесть тысяч раз больше. Это кажется почти невероятным, если вспомнить, какие маленькие цветы могут находить пчелы.

Однако парадокс легко объясним. Пчела не может увидеть отдельного цветка, пока не приблизится к нему вплотную. Большую роль здесь играет угол зрения. Поскольку наши глаза без помощи сильной линзы не могут отчетливо рассмотреть предметы, находящиеся на очень близком расстоянии, то мы обычно не замечаем того, что глаза животных увеличивают предметы и хорошо видят их с расстояния в 25 миллиметров и меньше.

Даже если мы знаем, каким образом насекомые видят отдельные цветы, то остается неясным, как же пчелы находят цветущие растения. Это происходит благодаря их способности замечать движение. Мы сами часто улавливаем движущийся предмет «краешком глаза». Если это неподвижный воробей или насекомое, то они слишком малы, чтобы рассмотреть их на краю поля зрения. Когда они двигаются, их изображение начинает перемещаться с одного участка светочувствительной ретины на другой, и наши глаза сообщают о наличии «чего-то», не устанавливая точно, чего именно. Мы поворачиваемся, чтобы взглянуть прямо, и получаем в 60 раз более подробное изображение этого объекта.

Подобным же образом, если в поле зрения пчелы что-то движется, ее крошечный мозг получает сообщение о движении. Неважно, покачивается ли это на ветру цветок или над ним пролетает пчела. Если изображение цветка перемещается с соответствующей скоростью от одной части сложного глаза к другой, то поступает сообщение о движении. Пчела спускается вниз, чтобы рассмотреть предмет с более близкого расстояния.

Яблоню в полном цвету, окруженную зеленой травой или сорняками, пчела может увидеть еще издали. Белый цвет дерева хорошо контрастирует с окружающим фоном. С более близкого расстояния насекомое способно различать, что цветы собраны в соцветия с зелеными или темными участками между ними. Если цветущие ветви колышет ветер, то они привлекают пчел гораздо сильнее, чем деревья, защищенные от ветра зданиями. На колеблющихся ветвях будет больше насекомых: колыхания белых пятен в поле зрения пчел служат для них как бы сигналом к спуску.

Конечно, сами по себе сложные глаза пчелы не более эффективны, чем нервная система, с которой они связаны. Именно взаимодействие мозга и глаз обеспечивает летящему насекомому особую чувствительность к движению. К тому же оно дает насекомому способность определять скорость своего полета относительно земли, приобрести которую человек стремился с тех самых пор, когда была создана авиация. Но пока люди не

научились при помощи электронных схем имитировать нервную систему, которая обслуживает сложный глаз, они не могли практически применить этот принцип. Сейчас инженеры разработали для авиации индикатор путевой скорости, копирующий работу глаза насекомого. Один его элемент располагается в передней части самолета, второй в хвосте и оба обращены к земле. Электронная схема измеряет время, в течение которого темный или светлый участок поверхности земли перемещается от одного ограниченного поля зрения до другого. Эта информация автоматически соотносится с высотой самолета над местностью, и затем производится индикация вычисленной скорости в километрах за час в переводе на перемещение по карте.

Совершенно очевидно, что насекомые пользуются своими сложными глазами точно таким же образом. Если встречный ветер относит их назад с той же скоростью, с какой они могут лететь, или даже с большей, то они снижаются и пережидают, пока ветер утихнет. Пилот небольшого самолета, летящего со скоростью 140 километров в час при скорости встречного ветра 140 километров в час, с таким же успехом мог бы приземлиться, поскольку фактически он неподвижно стоит над местностью. Он только тратит бензин, рассекая ветер. Однако, пока ученые не создали индикатора путевой скорости, имитирующего сложный глаз, пилоту нечем было руководствоваться, кроме воздушной скорости, говорящей ему, сколько километров в час проходит его самолет по отношению к воздуху, обтекающему концы его крыльев. Для управления полетом гораздо важнее знать, как движется самолет по отношению к земле.

По-видимому, любое движение является весьма существенным для зрения. Пчела добивается этого движения во время своего полета над землей. Хищник терпеливо ждет, пока его будущая жертва не начнет двигаться и не обнаружит своего местопребывания.

Мы сами создаем такое движение посредством скачкообразных перемещений своего взгляда благодаря тому, что мышцы, контролирующие работу наших глаз, постоянно сокращаются и расслабляются, наши глазные яблоки все время слегка подрагивают, смещаясь вверх, вниз или в стороны. Если прикрепить к ним особые контактные линзы, которые при любом движении глаз делают поле зрения неподвижным, то получим совершенно удивительные результаты. Яркая цветная картинка поблекнет и превратится в однообразное коричнево-серое изображение. Только благодаря незначительному подрагиванию глазного яблока, в результате которого происходит перемещение

зрительного изображения на светочувствительных клетках, глаза так и не адаптируются полностью к падающему на них свету, какой бы ни была интенсивность освещения. Не будь этого, они перестали бы посылать сигналы мозгу. Мы очень выигрываем от того, что не можем поддерживать неподвижное состояние глаз.

По-видимому, большинству животных не присущи эти очень незначительные скачкообразные движения глаз. Если в поле зрения лягушки нет движущегося предмета, глаза ее не посылают мозгу существенной информации. Должно быть, зрительный мир лягушки обычно так же пуст, как чистая классная доска. Однако любое двигающееся или «охорашивающееся» насекомое обязательно выделяется на фоне этой пустоты, будто оно нарисованное.

Для обнаружения пищи амфибиям настолько необходимо движение, что до 1960 года любое такое животное в неволе предпочитало голодать, если ему не давали живых активных насекомых и червей или не кормили из рук кусочками мяса, медленно помахивая ими перед самыми глазами земноводного. В 1960 году коннектикутские психологи Вальтер и Франсис Касс изобрели нечто вроде аттракциона «дрессированные жабы» в виде вращающейся платформы с электроприводом, на край которой клали кусочки рубленого мяса. Жабы быстро научились стоять у края этой Lazy Susan[29] и хватать разложенные на ней кусочки фарша. Некоторые жабы забирались даже на саму платформу и продолжали различать на ее фоне кусочки мяса, хотя и вращались теперь вместе с ней. Возможно, пища не исчезала из поля зрения животных, потому что они совершали всем телом легкие непроизвольные движения, которые являются реакцией жабы на любое продолжительное перемещение всего поля зрения. Даже этих легких движений достаточно, чтобы кусочки фарша остались в поле зрения жабы.

Богатство нашего зрительного мира пропадает только тогда, когда его картины слишком быстро проносятся у нас перед глазами. Пожалуй, мы можем воспринять как отдельные зрительные образы не больше десяти изображений в секунду. Даже при такой скорости следующие одна за другой картинки должны быть приблизительно похожи, чтобы восприятие их не смазывалось. Если мы проецируем на домашний киноэкран 16 изображений в секунду, то воспринимаем их как слитное непрерывное действие; в то же время мы едва ли заметим 32 коротких затемнения экрана в секунду. Однако при 16 затемнениях или при более медленной скорости смены отдельных кадров мигание на экране становится раздражающим. Мы можем также заметить колебания яркости ламп накаливания,

питающихся переменным током с частотой 25 герц, который до самого последнего времени вырабатывался гидроэлектростанциями Ниагарского каскада. При частоте переменного тока 50 или 60 герц свет ламп кажется нам совершенно ровным. Точно так же мы никогда не видим быстро двигающейся точки от электронного луча на экране телевизора; вместо этого у нас создается иллюзия цельной картины. И если мы не сидим слишком близко к телевизору, то все параллельные линии, по которым последовательно пробегает эта точка, сливаются для нас в единое изображение.

В этом смысле мы очень отличаемся от многих животных со сложными глазами. Муха или пчела может различить источники постоянного света и света, мерцающего более 200 раз в секунду. Очевидно, эти существа компенсируют свою слабую способность различать отдельные пространственные детали необыкновенным свойством воспринимать изменения видимого мира во времени. Можно не сомневаться, что уменье различать отдельные изображения, следующие с большой скоростью, является весьма важным при полетах животных, перемещающихся на небольшой высоте среди всякого рода препятствий со скоростью 8–16 километров в час.

Как ни странно, мы досконально изучили, что существенно для глаз и мозга насекомого, видящего определенные картины, чем собственные приемы распознавания букв алфавита. Пчел можно приучить к тому, чтобы они прилетали за капельками сладкой воды, налитой на горизонтальные пластинки из тонкого стекла, которые положены на большие модели кругов, треугольников и прямоугольников. Если кормление производилось каждый раз на черном диске, пчелы не будут обращать внимания на пустые квадраты, знаки «Х» или даже черные кольца того же диаметра, что и диск. Однако они не смогут отличить друг от друга черный диск, черный треугольник и черный квадрат разного диаметра, если все эти фигуры будут иметь одинаковый периметр. Пчелы будут путать знак «Х» и контур треугольника, если у этих фигур граница между черным и белым насчитывает одинаковое число сантиметров.

Насекомое не распознает форму как таковую, однако оно может ассоциировать пищу с примерным периметром фигуры. Именно этим признаком отличается цветок с тремя лепестками от пятилепесткового цветка того же диаметра. Вот почему пчелы могут по нескольку раз посещать отдельные виды цветущих растений, а затем перестают прилетать к тем из них, с которых начинают опадать лепестки.

Осьминог или сухопутная черепаха гораздо лучше различают

крупные объекты, чем любое животное со сложными глазами. Но до сих пор никому не удалось узнать, как эти животные оценивают то, что видят. Возможно, их метод можно было бы улучшить и применить при создании новых чудес электронной техники. Если бы только техническое устройство могло просматривать карточки в картотеке или титульные страницы книг и узнавать в латинском «A» ту же самую букву, что и «*A*», напечатанное курсивом, рукописное «*a*» или строчное «a», то такая машина могла бы заниматься ведением картотек и поиском документов в архивах. Некоторые люди неодобрительно относятся к успехам подобных попыток. Они опасаются, что инженеры, стремясь «расширить» и подменить человеческие чувства, создадут столь совершенное устройство, что оно заменит человека. Другие не видят в этом опасности и надеются на реальный прогресс. Они хотят знать, как человек распознает образы — простые на вид, как буквы алфавита, или сложные формы китайских иероглифов. Что нужно для постройки машины, которая сможет выполнять обязанности библиотекаря?

В природных условиях лишь такие большие животные, как слон, сильные, как пантера, такие мгновенно реагирующие, как скунс, или хитрые, как ворона, могут позволить себе роскошь иметь заметную внешность. Остальные животные находятся в безопасности или могут быть уверены в том, что пообедают, только когда хищник их не видит. Как правило, у хищников, к несчастью для их жертв, великолепные глаза, а мозг приспособлен к использованию зрительных сигналов. Чтобы скрыться от хищника, не убегая от него, необходимы и смелость — нужно стоять совершенно неподвижно, — и маскировка, иначе такое бездействие не увенчается успехом.

Мы можем легко обнаруживать замаскировавшихся животных во многом благодаря особенностям нашего зрения. Одной из них является способность человека замечать границу между двумя серыми поверхностями, разница между которыми в количестве отражаемого света составляет всего лишь один процент. В диапазоне между белым и черным цветом мы различаем примерно пятьсот оттенков серого. А пчела обнаружит границу между оттенками серого, если они отличаются друг от друга по количеству отражаемого света на 25 процентов. Вследствие этого ее глаза различают лишь около дюжины серых цветов да еще белый и черный. В зрительном диапазоне маленькой фруктовой мушки *Drosophila*, которую так широко используют при изучении наследственности, насчитывается всего три оттенка серого цвета.

С этим неумением распознавать оттенки серого цвета связана реакция насекомых на темноту. Насекомое, которое активно лишь

в дневное время, при резком падении освещенности до одной сотой уровня солнечного света считает, что наступила ночь. По-видимому, оно сразу же располагается поспать; это знают смельчаки, которые ловили поднимающегося с цветка шмеля, сложив чашечкой ладони вокруг жужжащего насекомого. Попробуйте сделать это! Не тревожьтесь, если пленник угрожающе жужжит, ползая по внутренней поверхности ваших ладоней. Внезапная темнота побеждает его беспокойство, и он утихает удивительно быстро. Чтобы пробудить шмеля от сна, нужно подержать его под лучами солнца. В полумраке солнечного затмения почти все дневные насекомые засыпают.

Даже если насекомое в течение часа свыкается с темнотой помещения, его сложные глаза смогут видеть лишь при освещенности, составляющей тысячную долю от максимальной. Мы же вполне обходимся одной миллиардной. По этой причине, не говоря уже о других, дневные насекомые не просыпаются вместе с птицами, а спокойно остаются на своих местах, пока Солнце не поднимется над горизонтом и не наполнит светом затененные места.

Обычно мы мало задумываемся над тем, какие бывают оттенки серого цвета. Юнко и шалашница — серые. Мальтийская кошка, кора бука и сланец — тоже серые. Но, с другой стороны, серый цвет не обычен для природных объектов. Большинство предметов, которые мы видим, либо голубые, как небо или шпорник, либо зеленые, как хлорофилл, или желтые, как канарейка или одуванчик, или оранжевые, или красные. Серые тона, на которые реагируют наши глаза, представляют собой смесь почти бесконечного множества цветов. Мир предстает перед нами таким, каким его воспринимает большинство животных, только когда мы видим эти цвета превращенными в серый цвет на черно-белой фотографии или на экране телевизора. В остальное время цветное зрение служит нам дополнительным средством для раскрытия маскировки и распознавания значимых контрастов зримого мира.

Несмотря на общепринятое мнение, красная тряпка не является чем-то особенно притягательным для быка. Животное возбуждается при виде чего-то колеблющегося. Белый лоскут или накидка видны ему гораздо лучше, а значит и действуют на него сильнее, потому что бык не может различать цвета. Этой способности лишены также коровы и лошади, собаки и кошки, свиньи и овцы. Никого из них нельзя обучить за соответствующее вознаграждение подходить к цветному квадрату любого тона, если расположить его наугад среди серых квадратов различного оттенка — от белого до черного. Среди всех млекопитающих

только человек и некоторые приматы наслаждаются роскошью цветного зрения.

Точные детали механизма цветного зрения остаются одной из самых сокровенных тайн природы. Например, ощущение желтого цвета с таким же успехом возникает при попеременном освещении глаза красными и зелеными вспышками, как и при раздражении его желтой частью спектра. Точно так же белый цвет — это такая интерпретация ощущений в мозгу, которая может быть получена и другими способами, помимо самого распространенного — создания смеси волн различной длины с подходящей интенсивностью, соответствующей их интенсивности в солнечном свете.

Дневные птицы и большинство рептилий различают цвета. При тщательном исследовании это свойство было обнаружено также у всех рыб. Лягушки и саламандры, по-видимому, различать цвета не способны. Уверенность в том, что лягушка-бык схватит крючок на конце лески, если к нему привязать кусочек красной фланели, — такое же заблуждение, как с быком и красной тряпкой[30].

Пчелы обладают удивительной способностью отличать какой бы то ни было цвет от любого оттенка серого. Это же относится к кальмарам и целому ряду ракообразных. Но нельзя сказать, что они видят цвета так же, как мы. Что касается пчел, то дело обстоит далеко не так.

Различение цветов животными отчасти определяется шириной воспринимаемого ими спектра. Несколько лет назад английский энтомолог Х. Эльтрингем осуществил один из наиболее впечатляющих опытов на насекомых. Он поймал несколько бабочек, известных под названием черепаховок, в узоре крыльев которых преобладает красный цвет, и нанес на их сложные глаза слой прозрачного красного лака, тем самым как бы снабдив их безвредными красными очками. Затем он отпустил их на свободу и заметил, что бабочки летают так же хорошо, как и прежде. Очевидно, черепаховка способна видеть в красном свете, так как лишь он один способен проходить сквозь красный фильтр. Когда то же самое попытались проделать с белыми бабочками, известными под названием «большие капустницы», они летали бесцельно и их реакции напоминали реакции слепых насекомых. Эти наблюдения вполне согласуются с поведением обоих видов бабочек, поскольку черепаховка посещает обычно красные цветы, а большая капустница делает это редко. По-видимому, она воспринимает их лишь как черные пятна.

Наше зрение также имеет свои пределы, и мозг неспособен расширить диапазон цветов, которые мы видим в радуге. Граница

наших возможностей на фиолетовом конце спектра определяется фильтрующим действием желтоватого хрусталика, который поглощает ультрафиолет. С годами наш хрусталик становится желтее и отфильтровывает соответственно больше фиолетовых лучей. Старые художники почти не отдают себе в этом отчета, но в их картинах редко встречаются настоящие фиолетовые тона.

Нас особенно интересуют ультрафиолетовые лучи, потому что для пчелы это наиболее активная часть солнечного света и наиболее характерный цвет, отличающийся от фиолетово-голубого, голубовато-зеленого и зеленовато-желтого. Различные объекты, отражающие ультрафиолетовые лучи, кажутся насекомым гораздо ярче тех, которые не отражают этих лучей. Нам не удается уловить эту разницу, но для изучения зрительного мира насекомых в этой части спектра мы можем использовать в качестве вспомогательного средства фотопленку или телевизионную камеру, чувствительные к ультрафиолету. Большинство предметов, отражающих видимый для нас свет, отражает и ультрафиолетовые лучи. Однако бывают и сюрпризы. Например, обыкновенная желтая маргаритка поглощает ультрафиолетовые лучи; исключение составляют кончики лепестков, которые интенсивно их отражают. В итоге насекомые воспринимают цветок в виде венчика ярких ультрафиолетовых пятен, окружающих конусообразный центр цветка, где их ожидают нектар и пыльца.

Столь же необычно выглядят в ультрафиолетовом свете некоторые насекомые. И самец, и самка мотылька сатурния луна кажутся нам пастельно-зелеными. Однако в ультрафиолетовом свете она выглядит как блондинка, а он как брюнет. Эту разницу должны замечать мотыльки, когда они видят друг друга при свете дня. Луна, в честь которой названы эти мотыльки, почти не отражает на землю ультрафиолетовых лучей. Не встречают их также и животные озер, рек или океанов, плавающие на глубине 2–3 сантиметров или более, потому что верхние слои воды почти целиком превращают эти лучи в тепло.

Сравнительно немногие животные проводят дневные часы, путешествуя у поверхности воды. Глаза некоторых из них особым образом приспособлены к тому, чтоб видеть и в воде, и в воздухе. Особой приметой черного жука-вертячки, который крутится и носится стрелой на поверхности прудов и озер, являются разделенные пополам сложные глаза. Одна половина глаза вертячки находится под водой, другая смотрит в воздух. Четырехглазые рыбы, живущие в реках Центральной и Южной Америки, точно так же приспособлены для зрения и в воздушном, и в водном царстве. Каждый глаз состоит из двух зрачков, и рыба

плавает у поверхности воды, глядя одним зрачком в воздух, а другим — в воду. Таким образом, она бывает в курсе всех событий, происходящих вокруг нее. Оба зрачка обслуживаются одним хрусталиком, а пропорции глаза скорректированы таким образом, чтобы рыба могла ясно видеть через оба зрачка одновременно.

Рыбы обычно видят весьма причудливым образом. Сквозь толщу воды они различают предметы на дне. Прямо над собой (и во все стороны от вертикали до максимального угла в 48,8°) они смотрят как бы через окошко, ограниченное горизонтом. Это происходит в результате преломления света, входящего в воду. За пределами этого окошка находится отраженное изображение дна, а хорошее это изображение или плохое — зависит от того, насколько сильно ветер рябит поверхность воды. Любая рыба так привыкла к этому странному видению мира, что не упускает из виду ни одной детали: червяка на крючке, привязанном к концу лески; зимородка, парящего прямо над головой; улитку, ползущую по дну. Все важно.

Пока зимородок не нырнет в воду, гоняясь за гольяном, он изучает обстановку одним глазом — монокулярно. Какой бы глаз при этом ни использовался, он фокусирует изображение объектов при помощи комбинированного светопреломляющего действия хрусталика и искривленной роговой оболочки глаза, покрытой слезной жидкостью. Пока что птица действует так же, как мы. Но когда зимородок ныряет, в воде его роговица, подобно нашей, перестает фокусировать световые лучи. Под водой мы оказываемся беспомощно дальнозоркими, если не надеваем подводные очки или маску для защиты роговой оболочки глаз, которую в воздухе увлажняет слезная жидкость. У зимородка нет таких приспособлений. Вместо этого глаза у него скошены и он может направлять взгляд прямого впереди клюва, разыскивая рыбу с помощью бинокулярного зрения. Глаза зимородка обладают подходящими пропорциями для подводного видения в этом направлении, и при известной ловкости и удаче намеченная жертва оказывается в поле его зрения.

Лишь несколько удивительных животных, таких, как тюлень и морская змея, подобно зимородку, приспособлены для того, чтобы видеть и в воздухе, и в воде. Зрение большинства живых существ ограничено так же, как наше. И у рыб, и у пингвинов, которые охотятся за рыбой, зрачки обладают таким сильным фокусирующим действием, что им не нужна помощь роговицы, чтобы видеть во время плавания. Но когда пингвин оказывается на суше, то дополнительное фокусирующее действие роговицы делает его трогательно близоруким. Ему трудно отличить

лежащий у его ног камень от яйца.

Быть может, самым важным заключением, к которому мы приходим, оглядываясь вокруг при свете дня, является то, что специфическая комбинация ограничений и специализаций нашего зрения предоставляет нам почти безграничные возможности. Конечно, мы не обладаем перископическим зрением кролика или вальдшнепа, у которых глаза находятся по обе стороны головы и почти не создают бинокулярного поля зрения. Но оба наши глаза обращены вперед, и мы можем использовать их одновременно, рассматривая предметы в своих руках. Это способствовало развитию ловкости наших рук, изобретению инструментов и всему прогрессу цивилизации.

Сегодня среди наших приборов есть много таких, которые помогают нам значительно расширить диапазон зрительных способностей по сравнению с любыми другими животными. С помощью телескопов мы исследуем дальние уголки Вселенной, микроскопы приближают к нам совершенно незнакомый микромир. Даже мысленно трудно возвратиться к тем временам, когда мы меньше знали о жизни. В стремлении открыть новые горизонты мы изменили сам воспринимаемый нами мир и создали новую среду для человечества.

Глава 19
Ночное зрение

Найдется ли сегодня хоть один цивилизованный человек, который с наступлением сумерек, когда становится слишком темно, чтобы читать газету, не скажет: «Давайте включим свет». При этом он не заметит, что в природе наступил самый волнующий час — ночная смена караула. Именно в это смутное беспокойное время, когда день сменяется ночью, когда дневные животные ищут в наступающей темноте место для ночлега, а ночные — робко вылезают из укрытий, многие из них становятся жертвой притаившихся в засаде хищников.

Небо, которое весь день патрулируют зоркие птицы, поступает в распоряжение летучих мышей и козодоев. Высоко в ветвях деревьев летающие белки сменяют своих серых сестер. Олень и скунс осторожно крадутся по лесным тропинкам, откуда только что улетели дневные птицы прыгуны. На лугах и полянах

земляные черви выползают из нор, чтобы попировать на славу и найти подругу; только на рассвете они вновь скрываются в земле.

Вся наша деятельность настолько тесно связана со зрением, что способность безглазого земляного червя реагировать на свет кажется нам почти невероятной. Однако подобная чувствительность червя объясняется лишь тем, что почти вся поверхность тела этого беспозвоночного сохранила свойственную всем живым организмам способность реагировать на лучистую энергию. В действительности глаза представляют собой такие органы, работа которых основана на этой особой чувствительности в сочетании с добавочным приспособлением — концентрирующим свет хрусталиком. С помощью глаза нервная система животного получает от светочувствительных клеток более значимую информацию.

Механизм работы наших глаз имеет двойственный характер. Ретина содержит два типа совершенно непохожих друг на друга светочувствительных клеток: 100 миллионов палочек, позволяющих нам видеть ночью, и 6,5 миллиона колбочек, которые мы используем только при освещении, по крайней мере такой интенсивности, какая бывает на земле, залитой лунным светом. Благодаря искусной работе этих двух типов клеток мы получаем зрительную информацию при изменениях освещенности в миллиард раз — от слепящего блеска белых облаков в лучах тропического полуденного Солнца, которые можно видеть под крылом самолета, до полутьмы тенистых тропинок в лесу между деревьями, освещенных лишь безлунным ночным небом.

Только в одной части сетчатки человеческого глаза совсем нет палочек, а есть лишь колбочки. Это именно та область, на которую мы автоматически переносим изображение заинтересовавшего нас предмета, чтобы глаз мог лучше различить отдельные детали. Ночью, когда колбочки получают слишком мало света, чтобы сообщить о нем мозгу, эта область напоминает маленькое черное облачко, о существовании которого многие и не знают. Деревенские жители, привыкшие обычно ходить в темноте без какого-либо искусственного освещения, уже в раннем возрасте умеют использовать ночное зрение.

В звездную безлунную ночь достаточно прямо посмотреть на любой предмет, чтобы он тут же исчез из поля зрения. Но опыт помогает нам, используя более чувствительные палочки, расположенные в периферической части ретины, видеть гораздо больше. Кольцеобразная зона ретины, окружающая центр дневного зрения, позволяет человеку различать резкие очертания кустов и деревьев, крупных камней и других препятствий или

даже пересекающего дорогу полосатого скунса. Лучше всего мы сможем вовремя заметить какие-то важные особенности зрительного мира, если не будем разглядывать их в упор. Как сказал более столетия назад знаменитый французский физик и астроном Доминик Араго, «pour apercevoir un object très peu lumineux, il faut ne pas le regarder»[31].

Мы гораздо лучше приспособлены к деятельности в темноте, чем это можно было бы предположить, судя по нашим привычкам. Глаза у нас большие — действительно большие, и не только по отношению к размерам тела. Помимо очень чувствительных палочек, они снабжены радужной оболочкой, которая в темноте быстро раздвигается, пока расположенный в центре ее зрачок не увеличится в диаметре до 8 миллиметров.

Еще в 1773 году английский натуралист Джилберт Уайт, придававший особое значение размеру глаза, говорил: «Поскольку у большинства ночных птиц огромные глаза и уши, следовательно, у них должны быть и крупные головы… Я полагаю, что такие глаза нужны им для того, чтобы вбирать в себя каждый луч света». Он имел в виду глазастых сов, у которых зрачки могут расширяться больше, чем у человека. Некоторые совы, стремительно бросаясь на мышь, отчетливо видят ее при освещении, в сто раз меньшем, чем это необходимо человеку. Но у совы такой острый слух, что трудно с уверенностью сказать, полагается ли она в ночных поисках пищи только на зрение. Она ловит замаскированных зеленых древесных кузнечиков, которые издают звуки. По-видимому, определенную роль играет и осязание, потому что жертвами сов иногда оказываются такие маленькие безмолвные существа, как черви.

Джилберт Уайт даже не представлял, до какой степени развиты органы зрения у совы. Глаза у этих необычных птиц настолько велики, что они не могут вращаться в глазницах; вот почему они смотрят прямо вперед. Они обеспечивают птице бинокулярное зрение; чтобы изменить направление взгляда, ей надо поворачивать всю голову. Надо думать, именно поэтому шея у совы чрезвычайно гибкая, и птица может повернуть голову более чем на 360°.

Подобно сове, прекрасно приспособлены для видения ночью лиса и кошка. Они осторожно крадутся, высматривая добычу, или бродят по лесу, редко оглядываясь, так как у них мало врагов. Положение глаз облегчает этим животным жизнь: их глаза направлены прямо вперед, причем поля зрения каждого из них частично перекрываются. У кошки и лисы, как и у совы, бинокулярное зрение; при нем вдвое увеличивается вероятность обнаружить жертву. У большинства плотоядных эта вероятность

еще в два раза больше благодаря тому, что в каждом глазу у них есть яркое зеркало. По мере того как в глаз проникает свет, он поглощается им и стимулирует зрение. Если свет не поглощается, зеркало отражает его и снова посылает на ретину, предоставляя ей еще одну возможность поглотить его. Все это обеспечивает кошке и лисе стопроцентное зрение и при слабом освещении.

Существование такого зеркала в глазах кошки объясняет, отчего ночью блестят ее глаза, когда на них попадает пучок яркого света. Луч от яркой лампы проходит через открытый зрачок и отражается снова с такой силой, что создается впечатление, будто глаза у кошки горят. По той же причине глаза медведя отливают оранжевым блеском, енота — ярко-желтым, у огромных лягушек — зеленым опалесцирующим и рубиново-красным — у аллигаторов.

Почти все представители семейства кошачьих, подобно аллигаторам, предпочитают рыскать по ночам в поисках добычи, используя свои чувствительные глаза на все 100 %. Но они очень любят и погреться на солнышке. От яркого дневного света их ретину защищает щелевидный зрачок, состоящий из пары особых шторок, которые могут широко раздвигаться и пропускать свет. Днем они смыкаются, как это можно видеть у кошки, и зрачок превращается в щель, образованную двумя крошечными точками, расположенными вверху и внизу на радужной оболочке.

Круглый зрачок нашего глаза регулируется тонкими мышцами, которые расположены вокруг него в радужной оболочке — цветной части глаза. Когда зрачок полностью открыт, круговые мышцы растянуты. Чтобы зрачок закрылся, они сокращаются, но лишь до какого-то предела. При максимальном сокращении мышц диаметр составляет три миллиметра, что хорошо для человека, который ночью спит, но совершенно не подходит кошке.

Вероятно, с технической точки зрения совершенно невозможно добиться того, чтобы небольшой глаз одинаково хорошо видел и днем и ночью. Может быть, поэтому летучие мыши и многие виды змей, оказавшись в темноте, судя по всему, не пользуются зрением. И полевые мыши ночью находят ягоды и семена по запаху и осязанию. Зрение служит им в основном для предупреждения о приближении врага. Глаза мыши приспособлены к тому, чтобы видеть одновременно во всех направлениях: хрусталик у них очень большой и настолько круглый, что обеспечивает мыши перископическое зрение. Его не нужно фокусировать. Зато глаз мыши одинаково плохо видит все вокруг, и вблизи, и вдали. Он чрезвычайно чувствителен к любым изменениям в поле зрения: чуть что — мышь застывает и ни

движением, ни звуком но выдаст своего присутствия.

Насколько Чарльз Лэмп полагался на свое зрение в темноте, когда он говорил, что может «при свете одной свечи читать в книге молитву, напечатанную обычным шрифтом и не делать при этом много ошибок»? Ни одно животное в темноте не разглядит мелких деталей. Рыбаки используют различие в дневном и ночном зрении животных, когда после захода солнца привязывают к удочкам более грубые лески. С наступлением темноты рыба не может заметить их на фоне неба. Подобные изменения в зрении человека на протяжении суток стали известны народам Ближнего Востока еще задолго до изобретения часов. Считалось, что утро приходит к магометанскому минарету, когда верующий может отличить серую нитку от белой, а ночь наступает тогда, когда разглядеть эти нитки уже невозможно.

Кочевники-арабы, постоянно находившиеся рядом со своими лошадьми, знали, что эти животные в темноте проявляют удивительную смелость, вполне согласующуюся с тем, что у них самые большие глаза из всех наземных живых существ. Жители пустыни даже создали по этому поводу легенду. В ней говорилось, что лев и лошадь поспорили между собой, кто из них лучше видит. Они пригласили нейтральных судей и попросили задать им такие задачи, которые решили бы спор. Самое большее, что мог сделать лев, это увидеть в блюдце с молоком белый жемчуг. А лошадь разглядела черный жемчуг среди угля. Спор был решен в пользу лошади.

Не лучше ли видят в темноте голодный лев или испуганная лошадь, чем эти животные в сытом и спокойном состоянии? Человек, который участвовал в опасных военных операциях ночью или находился в темноте на торпедированном корабле, реагирует на все иначе, нежели молодой призывник. Он старается различить каждый слабый сигнал, который ему приносит зрение, так как понимает, что это может сохранить ему жизнь. Однако как бы это ни было необходимо, ни один человек не в состоянии ускорить свое зрительное восприятие в темноте. Чтобы ночью палочки нашего глаза как можно лучше оценили каждую видимую сцену, мы должны в течение нескольких секунд пристально смотреть в одном направлении, и наши глаза, как губка, будут впитывать световые впечатления от объектов.

Действительно, в темноте не существует четкой границы между видимым и невидимым. Поэтому порог нашего зрения становится предметом статистики, чем-то таким, по поводу чего человек может спорить. При любом числе попыток мы обычно опознаём слабо освещенные объекты реже, чем освещенные сильнее. Это объясняется не тем, что глаз иногда не может

сообщить мозгу об увиденном, а скорее физической природой самого света. Лучистая энергия всех видов состоит из дискретных единиц, которые излучаются или поглощаются; распространение же этой энергии имеет волнообразный характер. Вблизи порога зрения число световых единиц (квантов), поглощаемых каждую десятую долю секунды, столь мало, что оно варьирует по законам статистики. Всякий раз, когда эта неизбежная вариация возрастает до такого уровня, при котором соседние палочки адаптированного к темноте глаза за 0,1 секунды поглощают две или более единицы света, происходят химические изменения, достаточные для того, чтобы к мозгу направилась определенная информация. В самых лучших условиях наше зрение стимулируется наименьшим возможным количеством энергии, которое может дать свет.

Чтобы свет в условиях темноты мог вызвать процесс возбуждения в глазе человека, он должен соответствовать физическим характеристикам бледно-розового пигмента палочек. Обесцвечивание этого пигмента является первой ступенькой лестницы химических реакций, приводящих к ощущению света. Этот пигмент (зрительный пурпур) лучше всего поглощает световую энергию на одной определенной длине волны в той части спектра, которую мы при достаточной интенсивности видим голубовато-зеленой. Однако вблизи порога зрения мы не различаем никаких оттенков. Как писал в 1546 году Джон Хейвуд, «когда свечи погашены, все кошки серы». Только одни колбочки позволяют нам различать цвета; но чтобы вызвать в этих клетках процесс возбуждения, требуется в сто раз больше световой энергии той же длины волны, чем для палочек.

Палочки гораздо чувствительнее колбочек почти ко всем цветам видимого человеком спектра. Только в красной области спектра эта чувствительность падает настолько, что палочкам и колбочкам для реакции требуется примерно одинаковое количество энергии. На этой относительно одинаковой чувствительности палочек и колбочек в красной части спектра и несоответствии этих чувствительностей во всех остальных спектральных диапазонах основано поистине магическое воздействие красного освещения приборов, за показаниями которых нужно следить ночью, или использование красных очков для людей, собирающихся на ночное дежурство. Только при красном свете мы можем использовать центральную часть нашего зрительного поля для рассмотрения деталей при чтении печатного текста, карт или индикаторных табло, чтобы при этом существенно не нарушалось неустойчивое равновесие химических реакций, протекающих в палочковых клетках, которое

соответствует темповой адаптации. Тот забытый всеми человек, который предложил, чтобы ночью на железнодорожных семафорах сигнализировали об опасности красным цветом, сделал более мудрый выбор, чем предполагал. Если только мы можем вообще заметить красный предупреждающий свет, то распознаем его немедленно. Ни в одной другой части спектра наши колбочки не видят цвет при такой малой интенсивности, при которой наши палочки начинают воспринимать свет.

Красный сигнальный свет в сумерках сильно отличается от красной шапки или куртки охотника, потому что этот сигнальный фонарь создает собственное освещение. Одежда охотника просто отражает последние лучи дневного света. Часто ее оттенок отчетливо виден днем, но совершенно неразличим после захода солнца; одежда кажется черной. Именно поэтому сейчас переходят на ярко-оранжевый цвет, который используется, например, для плотов, а также на многих самолетах. Оранжевый цвет ярче обычных пигментов, так как он флуоресцирует, поглощая энергию в других частях спектра и вновь излучая ее в виде оранжевого цвета. Этот цвет можно увидеть при таком слабом освещении, при котором мы не различаем красного.

Ночной мир, раскрывающийся перед нами благодаря работе палочек, весьма отличается от дневного, видимого с помощью колбочек. Более ста лет назад жаркой летней ночью чешский физиолог Ян Пуркинье, вероятно, впервые установил факт, который легко может проверить каждый. Задолго до рассвета он встал и отправился в сад подышать свежим воздухом. Там он решил поразвлечься и попытался в темноте угадать знакомые цветы. Пуркинье очень удивился, когда сразу же узнал голубые дельфиниумы, зеленую листву и желтую ночную красавицу, а оранжевые маки, которыми он так восхищался днем, оказалось трудно распознать. Цветы этих маков были еще открыты, и Пуркинье мог пальцами ощупать их лепестки.

Это наблюдение привело Пуркинье в такое замешательство, что он поспешил в свою лабораторию и включил несложный аппарат, с помощью которого спроецировал на белую стену полный световой спектр большой интенсивности. Уменьшив интенсивность до такой степени, что он едва мог различать все цвета радуги, Пуркинье совершенно явственно увидел, что самой яркой частью была область желтовато-зеленых оттенков, лежащая недалеко от оранжевого. Когда же ученый сделал интенсивность еще меньше и дал возможность глазам снова привыкнуть к темноте, все цвета стали нейтральными, серыми, а самая яркая точка переместилась поближе к концу, где раньше была фиолетовая область. Отметив это место карандашом, он опять

увеличил интенсивность, пока вновь не появились все цвета. Теперь его карандаш находился в области голубовато-зеленого цвета — совсем не в том месте, которое казалось ему самым ярким, когда он пользовался колбочками. Пуркинье понял, что именно этим явлением можно объяснить, почему ему так легко было различить красные и оранжевые цветы днем, а голубые ночью.

При ночном зрении больше всего заметны голубовато-зеленоватые цвета, причем чувствительность к зеленому и к голубому примерно одинакова. Хуже воспринимаются фиолетовый и желтый, почти не виден оранжевый и совсем не заметен красный цвет. Дневное зрение, напротив, лучше всего различает желтовато-зеленые цвета, обладает несколько меньшей чувствительностью к голубовато-зеленому и оранжевому и еще меньшей, но все-таки достаточной — к голубому и красному. А фиолетовый и темно-красный цвета можно заметить лишь при их большой интенсивности.

Ночью животные различают не больше цветов, чем Пуркинье в своем саду. Более того, редко у кого из них глаза содержат большое количество колбочек; вот почему животные не замечают красный и другие цвета. Зная об этом, мы пытались проследить за ручной белкой-летягой: повесили над ее клеткой лампу с темно-красным светом и стали дожидаться, когда она отправится на ночную прогулку. В доме погасили свет и опустили занавеси на окнах. Белка ничего не видела. Если бы из других комнат через дверь проникал рассеянный свет, наша любимица тут же заметила бы нас и прыгнула к нам на платье или на вытянутую руку. Она, несомненно, была самым ласковым из всех известных нам маленьких зверьков. Однако при красном освещении она ничего не видела и, когда мы прикасались к ней, отскакивала в испуге и начинала кусаться.

Даже самой темной ночью родной лес белки-летяги очень слабо освещен тусклым светом неба, звезд и, возможно, луны. Длинные усики, чувство обоняния и вкуса могут пригодиться белке для ближайшей ориентации. У нее, должно быть, хороший слух. Но только глаза могут дать крылатому животному необходимую и точную информацию, когда она находится высоко над землей или пытается одним прыжком перескочить на другое, далеко отстоящее дерево. Несмотря на то что белки-летяги ведут исключительно ночной образ жизни, им так же необходимы глаза, как и нам.

Ночью при самом благоприятном освещении громадные глаза совы видят немногим лучше наших. Однако и сова не различает красного света. Этим воспользовался доктор Х. Н. Саузерн из

Оксфордского университета. Он повесил темно-красную лампу над входом в совиное гнездо, где пара рыжевато-коричневых сов растила своих детенышей. Ночь за ночью он спокойно просиживал в кресле, направив на гнездо бинокль, и при красном свете подсчитывал добычу, которую родители приносили совятам. Что касается сов, то они вели обычный образ жизни. Но Саузерн обнаружил совершенно неожиданное блюдо в меню сов — земляных червей! Позднее орнитологи всего мира подтвердили, что эти ночные ползающие существа — действительно любимая пища сов.

Рыбаки, которые ловят червей в те же часы, что и совы, хорошо знают, что эти ползуны совсем не чувствительны к красному цвету. Пользуясь красным фонарем, рыбаки могут подойти на достаточно близкое расстояние к червям, которые по ночам выползают из своих нор. Всякий другой свет подействовал бы на микроскопические чувствительные органы в коже червя. Действительно, у этих животных есть два различных типа светочувствительных клеток. Одни из них, наиболее чувствительные к голубому свету, заставляют червя уползать назад в свои подземные туннели, как только забрезжит рассвет. Другими он пользуется при слабом освещении.

Любая тень, уменьшающая это освещение, заставляет червя насторожиться, причем он проявляет наибольшую чувствительность к желтому цвету. Может быть, это и защищает его от сов в лунные ночи.

Совсем недавно, когда Бронксовский зоопарк получил из Африки пару обезьяноподобных обитателей кустарников, издающих звуки, которые очень напоминают крики маленьких детей[32], сотрудники зоопарка попытались показать их публике в иных условиях. Они устроили специальную клетку в подвале домика львов, где даже днем приходилось пользоваться искусственным освещением. В 10 часов утра автоматически выключался белый свет, который горел в клетке всю ночь, и включенной оставалась лишь одна 15-ваттная красная лампочка, которую животные не могли видеть. Уже через несколько минут обитатели этой клетки начинали носиться по ней и совершать невероятные прыжки, выставляя напоказ свои тридцатисантиметровые пушистые хвосты, которые были в полтора раза длиннее туловища. Тут же родилась идея создать условия для искусственной ночи и ночной дом, в котором можно было бы при красном свете наблюдать за кустарниковыми младенцами, белками-летягами и совами в самый разгар дня.

Теперь нам хочется вновь побродить по тем местам, где мы по ночам натыкались на очень интересных животных, видя их

всего лишь мгновение в луче белого света от нашего фонаря. Если бы в ту ночь на Натальском побережье, когда мы шли за местным проводником в поисках морских лисичек, у нас был мощный красный фонарь! Сколько быстрых и проворных африканских кустарниковых младенцев могли бы мы увидеть в естественных условиях вместо двух сжавшихся в ужасе зверюшек на верхушке тонкого ствола, которых выхватили из темноты яркие лучи нашего фонаря! Со всех сторон мы слышали их пронзительные крики, подобные детскому плачу. А какое зрелище предстало бы в Панаме, где нам лишь на миг удалось увидеть старого медведя-медоеда — кинкожу (цепкохвостого медведя) и двух идущих по следу тапиров весом в четверть тонны! Насколько больше мы могли бы увидеть, освещая животных красным фонариком, который нисколько не потревожил бы их! Может быть и не нужно уезжать так далеко, чтобы использовать красную лампу? Интересно, видит ли козодой красный свет?

В темноте мы можем сыграть немало шуток с ночными животными. Но и нас могут обмануть собственные глаза, даже когда мы смотрим на ярко освещенные и хорошо видимые

предметы. Кто из нас не обращал внимания на большую полную Луну, оранжевую, как тыква, когда она только появляется над тонким черным узором деревьев на горизонте? Однако, когда эта же Луна спустя пять-шесть часов светит почти над нашей головой, нам кажется, что она уменьшилась. А если мы смотрим, как Луна исчезает после восхода Солнца, то она уже совсем не кажется нам большой. На самом же деле Луна на горизонте отстоит чуть дальше от наших глаз, чем когда она высоко в небе. Подумать только, что Луна в небе кажется нам меньше!

Наше неверное представление о размере Луны отчасти объясняется тем, что мы не привыкли оценивать величину предметов, находящихся у нас над головой, отчасти же тем, что мы не способны понять, как далеко за горизонтом находится наш спутник. Мы пытаемся судить о Луне с тех же позиций, с которых мы определяем яблоко как предмет, имеющий «размеры яблока», независимо от того, находится ли оно у нас в руках или на расстоянии шести метров. С возрастом мы начинаем правильнее оценивать размеры Луны, однако нам так никогда и не удается составить об этом совершенно правильное представление. Если нас попросят в темноте из нескольких освещенных дисков различных размеров, находящихся на уровне глаз, выбрать такой, который соответствовал бы размеру диска, расположенного над нашей головой на том же расстоянии, то мы обязательно выберем диск, диаметр которого на $1/6$ меньше требуемого.

Ночь изменяет реакцию на свет у многих животных, но как это происходит — мы пока еще не можем объяснить. Почему мотылек спокоен в равномерно освещенной комнате, но стоит зажечь свечу, как он сразу же полетит на свет и станет кружить вокруг пламени по спирали, пока не попадет в огонь? Почему маленькие ракообразные и многие виды рыб облепляют лампу, спущенную с лодки на небольшую глубину? Если равномерно осветить под водой пространство объемом с плавательный бассейн, ни одно из этих водных животных, как правило, не появится в освещенной зоне.

Если мы не видим существенной разницы между большой освещенной областью и маленьким ярким пятном света подводной лампы или пламени свечи, это еще не значит, что ракообразные и насекомые реагируют на свет подобным же образом. Почти наверняка они реагируют иначе уже по той простой причине, что у них сложные глаза. Ракообразных или насекомых в какой-то мере можно сравнить с близоруким человеком, который не способен отчетливо видеть Луну. Поскольку угловой диаметр полной Луны или Солнца составляет полградуса, то их изображение может не заполнить зрительного

поля любой светочувствительной единицы сложного глаза. Свет Луны или Солнца на воде и на суше может возбуждать животное, хотя сами по себе эти небесные тела остаются для него совершенно невидимыми.

Связь между размером предмета и интересом к нему животного со сложными глазами становится очевидной, когда мы наблюдаем за бабочкой в темной комнате с черными стенами. Если включить электрическую лампочку, бабочка полетит к ней. Даже если крылья насекомого скрепить вместе, чтобы помешать ему лететь, оно поползет по направлению к лампе. Но стоит поблизости положить лист белой бумаги, освещаемый светом лампочки, как бабочка повернется и направится к листу. Лампочка гораздо ярче, однако бумага, которую она освещает, имеет большую площадь и поэтому возбуждает больше элементов сложного глаза. Вот чем руководствуется животное в своем поведении, вот что является причиной многих парадоксов, которые мешают нам смотреть на мир такими глазами, как три четверти обитателей животного царства.

По-видимому, не менее загадочно явление, которое создает реальную опасность для летчиков, с секретным заданием пилотирующих затемненный самолет во время ночных полетов. Если у них нет освещенной приборной доски или каких-либо иных устройств, обеспечивающих летчикам определенное количество информации (а, может быть, и развлечений), они могут так долго вглядываться в яркую звезду или огонек выхлопных газов летящего рядом самолета, что им начинает казаться, будто это пятнышко света перемещается само по себе. Такое же ощущение может испытать человек, который неподвижно сидит в кресле в совершенно темной комнате и пристально смотрит на единственное пятно света величиной со звезду. В чем причина этого необыкновенного «автокинетического» явления, которое заставляет опытного пилота ночного истребителя производить ненужную корректировку полета, ведущую к катастрофам и столкновениям? Что делает темнота с человеческим сознанием и глазами?

Мерцание тусклой звезды и сигнального огонька светлячка дает одно из практических решений вопроса, позволяющее авиационным физиологам подступиться к этой проблеме. Теперь у самолетов на концах крыльев устанавливают мигающие лампочки, тем самым рассеивая колдовские чары. Приборные доски освещаются красными лампочками, которые не нарушают темновой адаптации летчика и даже позволяют ему видеть за пределами кабины пилота. Однако ночное зрение все еще ставит перед наукой множество нерешенных проблем.

Чтобы лучше оценить собственное зрение, кое в чем ограниченное, но в то же время удивительное по своим возможностям, мы можем сравнить наши глаза с глазами животных. Предположим, что мы могли бы «даже поменяться» с кем-то из них глазами. С каким животным нам хотелось бы поменяться? Может быть, с лошадью, которая хорошо видит и днем и ночью, а может быть, со львом, тюленем или совой? Совершая такой обмен, нам пришлось бы отдать цветное зрение, и к тому же мы бы уже не могли прочитать, что написано мелким шрифтом в конце контракта. Может быть, поменяться со страусом, орлом или осьминогом? Все они обладают цветным зрением, зато плохо видят в темноте. Если же нам обязательно хочется сохранить все преимущества нашего глаза — ночное зрение, различение цветов и прекрасную разрешающую способность днем, — единственным подходящим для нас кандидатом будет горилла. Но станет ли нам лучше после такого обмена?

Глава 20
Животные с фонариками

При передвижениях ночью человек полагается на чувствительность собственных глаз или на свет, который разгоняет тьму. Однако почти все его братья — животные — проводят половину жизни в темноте. Обладающие исключительной чувствительностью глаза и люминесцентные органы имеются лишь у животных морских глубин, где нам редко приходится с ними встречаться. Не потому ли летними ночами в поле мы с таким восторгом наблюдаем за светлячком?

Уже с первых минут жизни обыкновенный светлячок *Lampyris* испускает в темноте мягкий свет. Только что отложенные яйца этого насекомого как бы светятся изнутри. Какое преимущество дает яйцам эта удивительная способность? Зачем нужны сверкающему червячку маленькие светящиеся пятнышки на его спине? Даже Шекспир интересовался его «бездейственным

светом». Только когда сверкающий червячок превращается во взрослого светлячка, мигающие огоньки на хвосте становятся частью его информационной системы, напоминая сигнальные огни пароходов ночью. Устроившись на краешке листа, самка светлячка зазывает пролетающего мимо самца вспышками света, излучаемыми через определенные промежутки времени после каждого светового сигнала самца У самца необыкновенно большие глаза, и он видит этот сигнал, поворачивает на лету и направляется к самке, чтобы сесть рядом с ней.

Случается, что вспышки света на краешке листа привлекают самца к самке, не принадлежащей к его виду. Это значит, что она посылает свой сигнал либо слишком поздно, либо слишком рано и таким образом попадает в диапазон сигналов других видов. Обычно «страстный» самец расплачивается за ошибку самки собственной жизнью, так как светлячка, который не может стать ее возлюбленным, самка попросту съедает.

В Бирме и соседних с ней областях Дальнего Востока самцы-светлячки в процессе своей эволюции выработали более безопасную систему. По ночам в джунглях, устроившись на краешках листьев, все они одновременно посылают сигналы. Лес освещается пульсирующим светом, как реклама на Бродвее, а те самки, которые уже сексуально созрели или находятся в соответствующем физиологическом состоянии, при желании могут сами подлетать к самцам. Для них ночное зрение так же важно, как и для их мерцающих поклонников. Поэтому у них такие же огромные глаза, как и у самцов.

Нам кажется такой естественной способность животных в брачный период находить друг друга в темноте с помощью зрения и мерцающих сигналов, что остается только удивляться, почему мы так редко встречаемся с этим явлением. Если не считать светлячков на суше, эту сигнальную систему применяют в основном морские животные, например светящиеся черви, которыми по ночам кишат воды у Бермудских островов. Самки светящихся червей, достигнув половой зрелости среди коралловых рифов, плавно поднимаются вверх, описывая своеобразную дугу: они полны зрелых яиц и светятся подобно пассажирским поездам, медленно ползущим в горах по крутому подъему. Самцы, более мелкие, чем самки, подобно кометам, проносятся в поисках своих подруг у самой поверхности воды, оставляя за собой люминесцирующие полосы. В тот момент, когда самец встречает самку, происходит единая вспышка света, и оба родителя исчезают в темной пучине, а оплодотворенные яйца, рассыпаясь, медленно опускаются на дно.

Большинство люминесцирующих животных, которые при

определенных обстоятельствах излучают свет, своими вспышками как бы предупреждают об опасности, подобно сигналу «стоп», зажигающемуся на автомобиле. Пергаментный червяк, который живет в U-образных норах у нижней границы прилива, реагирует таким образом на звуки шагов человека, проходящего ночью по глинистому берегу. Если нарушить покой морского моллюска *Pholas*, подтачивающего камень, то он дает столь же яркую вспышку света. Даже нежные пульсирующие медузы могут люминесцировать, попав в водоворот от проходящей мимо лодки или от весла. Некоторые виды мелких ракообразных, обитающих в поверхностных водах океана, и кальмары, живущие на большой глубине, будучи потревожены, выпускают целое облако светящихся частиц; сами же они при этом уплывают в темноту.

Человек пытается вскрыть причины всех этих явлений. Ему бы хотелось увидеть, как враги мерцающих животных поворачивают обратно, испуганные неожиданным светом. Однако это пожелание подтверждается лишь немногими наблюдениями. По-видимому, чаще всего люминесценция у отдельных животных не связана со зрением и не нужна им для выживания. Моллюск, подтачивающий камень, и пергаментный червь, вероятно, выигрывают от способности испускать свет не больше, чем сова сипуха, которая во время полета похожа на светящийся призрак, потому что ее перья излучают фосфоресцирующий свет, — это светится прилипчивый грибок, растущий в сыром дупле дерева, где живет сова.

Люди, которые отваживаются лунной летней ночью поплавать недалеко от берега, рискуя встретиться с акулами, обычно хорошо знают, как может искриться вода мелкими светящимися точками, где каждая вспышка означает возбуждение всего лишь одной клетки *Noctiluca*, достигающей в диаметре 0,25–2,5 миллиметра. Достаточно даже самого спокойного плеска набегающих на берег волн, чтобы вызвать свечение *Noctiluca*.

Мы были совершенно заворожены, когда под темным небом Калифорнии увидели, как стремительно наступают на нас буруны, светящиеся мириадами подобных созданий, словно какой-то искусный чародей осветил изнутри воду фосфоресцирующим светом. Или когда в темных водах Пуэрто-Риканского фосфоресцирующего залива следили за движениями рыб, которые стремительно бросались в сторону от нашей яхты и при этом оставляли за собой пушистый люминесцирующий хвост, как у ракеты. Немногим слабее было наше впечатление от «удивительного и прекраснейшего зрелища», которое описал Чарльз Дарвин, когда исторический «Бигль» гнал перед своим носом две громадные волны жидкого фосфора, а за ним следовал

млечный хвост.

Какое значение для *Noctiluca* имеет люминесценция? Эти простые на вид создания не могут творить чудеса, пока не приспособятся к темноте. Они, так же как и мы, чувствительны к дневному свету. Но до сих пор химикам не удалось выяснить всей последовательности реакций, обеспечивающих как свечение живых организмов, так и формирование зрительных ощущений. Обе эти химические лестницы хранят свои тайны в протоплазме удивительно большого числа различных растений и животных[33]. Люминесценция такое же случайное явление в природе, как и место падения песчинок, если бы мы бросили пригоршню песка над всем живым: «Куда попадет песчинка, там и появится светящийся вид». К такому выводу пришел знаменитый исследователь биолюминесценции покойный Е. Ньютон Гарвей.

Если предупреждающие вспышки света не предназначены для отпугивания отдельных животных, возможно, они приобретают определенный смысл при массовом свечении. Ведь нам не кажется, что радиоактивное вещество излучает свет, когда мы рассматриваем его под микроскопом. Однако целый кусок этого вещества, который посылает нашему невооруженному глазу бесчисленные вспышки света, оказывается настолько освещенным, что мы можем установить его форму и удаленность от нас. Не заглянуть ли нам в морские глубины, где люминесценция встречается чаще, чем в каких-либо других местах, чтобы получить дополнительные сведения, которые помогут нам ответить на вопрос?

Рыбаки и моряки, которые обычно плавают по ночному океану, хорошо знают, что порой там появляются яркие «островки». Чарльз Дарвин осмелился предположить, что это сконцентрированные продукты распада и их можно сравнить со скоплениями слабо светящихся грибков и бактерий на суше. Ловцы сардин — знатоки в подобных делах. Ночью наблюдатели высматривают яркие островки с наблюдательных постов на мачтах рыболовных судов, чтобы направить туда корабль. Рыбаки в шлюпках осторожно окружают неводом с мотней светящееся пятно и забирают в мотню весь косяк рыбы, которая пришла сюда полакомиться крошечными, величиной с рисовое зернышко, ракообразными, «пасущимися» в темноте у самой поверхности воды. Люди не обращают внимания на множество крошечных организмов, которые ускользают из сетей, продолжая подавать сигналы бедствия. Но для чего нужно свечение, если нет рыбаков, вылавливающих голодную рыбу?

По-видимому, дневной свет отпугивает большую часть мелких ракообразных, которыми питаются сардины. Задолго до

того, как на восточном горизонте появится солнце, эти ракообразные, следуя в толще воды за границей сумерек, опускаются на глубину 350 метров. К полудню они достигают максимальной для них глубины, а с заходом солнца снова поднимаются вверх, чтобы полакомиться микроскопическими растениями, дрейфующими на воде; каждый день их освещают лучи солнца. Во время полнолуния рачки держатся на глубине около 30 метров, а темными ночами они в невероятных количествах поднимаются к самой поверхности воды. Если быстро вскрыть летающую рыбу, которая питается этими ракообразными, в ее желудке можно обнаружить множество все еще светящихся организмов.

Ежедневным вертикальным миграциям крошечных рачков соответствуют подъем и опускание пятисантиметровых рыб и таких ракообразных, которые формой тела напоминают креветок; все они охотятся на рачков. Этих рыб и напоминающих креветок ракообразных можно поймать днем с помощью мелкой сети, если протянуть ее по верхней границе глубинной зоны, где они обитают и куда никогда не проникает дневной свет. Д-р Вильям Биб, который не раз вылавливал их сетью, подсчитал, что $^2/_3$ видов рыб и 965 из каждой тысячи плавающих там живых существ более или менее постоянно испускают световые сигналы. Большую часть этого населения составляют маленькие черные светящиеся рыбки и особые люминесцирующие ракообразные, известные китобоям под именем криллов (это основная пища усатых китов).

Почти все эти светоносители, обитающие на средних глубинах, могут смотреть вверх и по сторонам, однако собственный свет направляют только вниз. Вероятно, характерный рисунок ярких пятен на брюшке каждого такого животного позволяет особям одного вида узнавать друг друга в темноте. Кроме того, им помогает в этом и направление, в котором излучают сигналы светопроизводящие органы.

Британский океанограф д-р Джон С. Колман предполагает, что эти люминесцирующие существа выработали внутривидовые средства общения. По его мнению, об этом свидетельствуют особые привычки крошечных, величиной с песчинку, ракообразных, совершающих вертикальные миграции согласно расписанию по своим внутренним часам, которые подчиняются только отталкивающему воздействию света. Когда мириады танцующих рачков передвигаются в водных глубинах вслед за границей сумерек и к вечеру поднимаются вверх, за ними следуют и светящиеся рыбы, и ракообразные (криллы), которые питаются ими. До этого момента верхний уровень зоны, в которой

днем находились светящиеся рыбы и криллы, подобно слабо освещенному потолку в глубине подводного царства, светил животным, находившимся внизу. Когда этот потолок начинает подниматься по мере движения вверх светящихся рыб и ракообразных криллов, испускаемый ими свет становится слабее для тех, кто плавает ниже. Как только сверкающий «потолок» тускнеет, нижние светящиеся рыбы в свою очередь перемещаются вверх, уменьшая освещенность более глубоких слоев воды. Таким образом, умение смотреть вверх в сочетании с излучением света вниз, по-видимому, объединяет эти живые существа, которые мигрируют в вертикальном направлении. При этом люминесцентные органы отдельных животных могут не иметь какого-либо самостоятельного значения.

Подобным же образом когда на маленьких животных вблизи водной поверхности нападают плотоядные рыбы, то начинается массовое свечение, которое, видимо, служит сигналом предостережения плавающим внизу мигрантам — не подниматься вверх. Этот сигнал почти наверняка должен оказывать действие на те же светочувствительные органы, которые обеспечивают реакцию на свет полной Луны.

Человек хочет понять, зачем отдельным ракообразным и рыбам нужны единичные вспышки или люминесцирующие органы. Мы склонны постоянно думать о благоденствии каждого живого существа и не рассматривать его как часть одной большой популяции. Такой подход довольно естествен из-за большой продолжительности человеческой жизни и низкой скорости воспроизведения. Для нас важно, что делает каждый человек. Но может ли быть настолько значимым отдельный член популяции, размножающейся с колоссальной скоростью, когда одно поколение следует за другим всего лишь через несколько недель? Влияние отдельной предупреждающей вспышки или суммарного света ряда люминесцирующих пятен проявляется прежде всего статистическим образом. Выживание или вымирание — явления статистические, результат влияния на животных эволюции. Человек избегает участи всей массы в той мере, в какой он контролирует окружающую его среду и является хозяином собственной судьбы.

Только недавно человек изобрел специальное оборудование, с помощью которого можно изучать морские глубины, опуская приборы к люминесцирующим животным и измеряя количество излучаемого ими света. Эти приборы показывают, что общая освещенность глубин должна быть увеличена в 160 раз, чтобы человеческий глаз при максимальной чувствительности мог ее заметить, и что в спектре этого света преобладает зеленовато-

голубой оттенок.

Как ни чувствительны приборы, они не могут рассказать нам о том, что же действительно происходит в темных глубинах или в огромной пещере, по которой летают сотни светлячков, мигая своими хвостовыми лампочками, а на полу мерцают тысячи маленьких, отделенных друг от друга свечей, будто в пироге на день рождения. И в том, и в другом случае зрелище показалось бы нам ярким, и нас бы заворожило множество светящихся точек. Наши глаза и мозг могут не обратить внимания на темноту между ними, тогда как измерительный прибор суммирует все темные и светлые участки, а затем выдаст среднее значение — чуть выше нуля по самой чувствительной шкале. В морских глубинах эти приборы не могут показать нам, что отдельные вспышки люминесцирующих животных находятся в диапазоне нашего поля зрения или что они исходят от микроскопических бактерий и светящихся простейших, от темно-красных глубоководных медуз, от разноцветных пятен на рыбах и ракообразных и от светящихся коралловых головок, морских кнутов, горгоний, змеевидных звезд и других таинственных животных на дне моря.

Нас интересует, способны ли рыбы, кальмары и ракообразные использовать эту общую освещенность, которую можно рассматривать в известной степени как глубоководный эквивалент ночного неба над нашими городами. В этой светящейся дымке хищники замечают своих жертв только тогда, когда каждая из них подплывает совсем близко. Конечно, зрительный пигмент глубоководных рыб совершенно отличен от нашего. Он золотистый по цвету, а не бледный розовато-фиолетовый и лучше всего поглощает световую энергию в зеленовато-голубой части спектра. Таким образом, он прекрасно приспособлен к восприятию света, излучаемого люминесцирующими животными.

Среди глубоководных рыб имеется несколько видов, у которых глаза по сравнению с телом больше, чем у других позвоночных. Диаметр глаза у черной корюшки нередко больше половины длины ее головы. У других глубоководных рыб громадные сферические хрусталики расположены в глазах более подходящего размера только потому, что глазное яблоко имеет цилиндрическую форму, которая напоминает телескоп. Большая линза — и в глазу и в телескопе — может собрать много света и сконцентрировать его. Более того, из-за отсутствия радужной оболочки глаза глубоководных рыб настолько хорошо пропускают свет, что их оптическую систему можно сравнить с оптическими системами самых светосильных фотообъектов (f/1,0). Такой глаз несколько лучше, чем глаз кошки при максимальной апертуре, и

в три раза зорче нашего при полностью открытом зрачке (f/3,0).

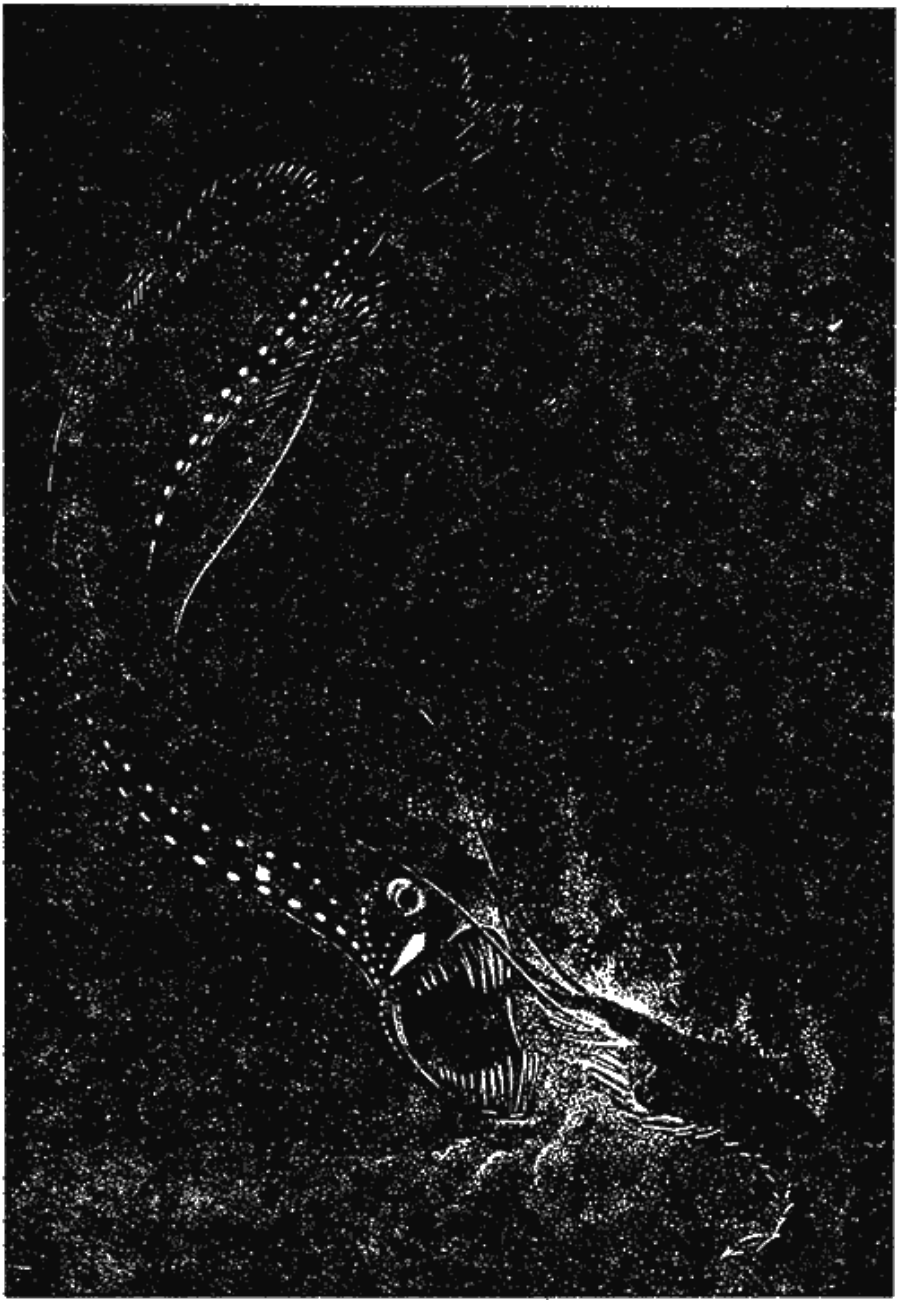
Почти все глубоководные рыбы обладают определенными преимуществами, которым мы не можем ничего противопоставить. Уже само пребывание в воде, а не в воздушной среде предохраняет их от потери почти $^{1}/_{20}$ части световой энергии, достигающей их глаза. В воздухе такое количество энергии отражается от поверхности глаза человека или кошки, смоченной слезной жидкостью, даже не попадая в оптическую систему. Кроме того, глаз рыбы может иметь более прозрачный хрусталик, так как ему не нужна желтая окраска, с помощью которой наша глазная линза отфильтровывает вредные ультрафиолетовые лучи солнечного спектра. У глубоководных рыб такие преимущества сочетаются со способностью отражать свет от зеркальной поверхности глаза к светочувствительным клеткам, а это помогает еще лучше видеть при слабом освещении.

Достаточно лишь однажды вытащить сеть, заброшенную на средние глубины моря, чтобы убедиться в том, насколько разнообразна жизнь в вечной ночи морских глубин. У глубоководных рыб, по-видимому, встречаются всевозможные модификации глаз. К такому выводу мы пришли, когда в Тихом океане, у берегов Калифорнии, недалеко от Сан-Диего, увидели сеть с рыбой, только что выловленной с глубины более километра. В этой сети оказались рыбы двадцати двух видов, в большинстве своем светящиеся и усатые. Ни форма, ни название более мелких из них не были известны рыбакам, обычно ведущим лов в поверхностных водах: это крупночешуйчатые, гладкоязычные, скользкоголовые, клыкозубатые, рыбы-драконы, рыбы-ножи и рыбы-лампочки. Только пять рыб достигали в длину 15 сантиметров: два угря, угорь-колдун, черная корюшка и черный дракон.

Маленькие 15-сантиметровые черные драконы напомнили нам об интересном явлении, которое обнаружил д-р Вильям Биб у одного из глубоководных жителей Бермудских вод в Атлантике. Такие глубоководные рыбы подвергаются в своем развитии ряду столь сложных метаморфоз, что никто из нас раньше не задумывался над существованием связи между рыбами на различных фазах развития, пока каждая из этих фаз не оказалась представленной. Молодые черные драконы выклевываются из икринок у поверхности воды, где они могут питаться мелкими рачками. Личинки этой рыбы представляют собой тоненькие белые нитеподобные существа, по обеим сторонам головы которых выступают два невероятно длинных тонких стебелька, оканчивающихся шаровидными глазами. К тому времени, когда личинка вырастает от полутора до четырех сантиметров, эти

глазные стебельки укорачиваются и становятся чуть больше длины головы, в то время как прежде их длина составляла половину туловища. Твердый стержень, который поддерживал длинный стебелек, аккуратно укладывается в глазницу, и вскоре растущий глаз оказывается наверху, будто он никогда и не находился вне головы на выносном стебельке. Во время всех этих превращений черный дракон опускается все глубже, ловит более крупную добычу и все лучше приспосабливается к слабому освещению. Нетрудно догадаться, что икринки этой рыбы, выметанные в темных глубинах, приспособлены к соответствующей плотности морской воды, которая поддерживает их во взвешенном состоянии высоко над взрослыми рыбами. Но все же непонятно, почему глаза личинки подвержены столь резким изменениям.

Мир морских глубин простирается вверх достаточно далеко и заканчивается примерно за полкилометра до поверхности, которую бороздят наши корабли. Но он остается самой непонятной областью из всех, где может существовать жизнь. Поверхностные океанские воды не только поглощают дневной свет и тем самым создают в глубинах тьму, несравнимую даже с самой темной ночью; очевидно, и сенсорные адаптации у обитателей глубин подчиняются совершенно иным законам. Не вводит ли люминесценция незаметные для нас ограничения, вероятно связанные с химической реакцией, при которой энергия почти полностью выделяется в виде света, совсем не превращаясь в тепло? Здесь, в морских глубинах, мы встречаем рыб, кальмаров и ракообразных с их удивительными люминесцентными органами. Все они плотоядные животные — профессиональные приспособленцы, которые охотятся друг за другом или поедают опускающиеся к ним сверху трупы. Очень часто рты и желудки этих рыб могут необыкновенно растягиваться, позволяя им заглатывать таких животных, которые превышают их размерами своего тела. В холодных плотных слоях воды перерывы между приемами пищи длятся днями или даже неделями. Почему же при такой огромной потребности в пище и таком большом разнообразии люминесцирующих органов у этих глубоководных охотников не появилось настоящих прожекторов? После того как человек подчинил себе огонь, сколько еще времени понадобилось ему, чтобы, загородив ладонью слабый огонек горящей веточки, использовать его при ночной охоте? Где же люминесцентные органы, равнозначные зажженной спичке или направленному лучу фонарика?



Правда, многие люминесцентные пятна на теле животных так же тусклы, как и цифры на светящемся циферблате наручных часов. Они не могли бы служить фонариками, на какой бы части тела животного они ни находились. Однако есть люминесцентные органы, которые обладают достаточной силой, и для доказательства этого надо лишь в темной комнате посадить на

газетный лист обыкновенного светлячка. При каждой вспышке света возле всего тельца насекомого, кроме головы, видны напечатанные слова. А ведь сигнал светлячка довольно прост, у этого насекомого нет линз, концентрирующих энергию в узкий пучок света. Каждый раз, когда в особых клетках животного соединяются два сложных химических вещества, излучается свет. Он проходит через прозрачные окошечки в нижней стенке брюшка, и его интенсивность увеличивается благодаря существованию зеркального слоя, покрывающего верхнюю часть люминесцентного органа.

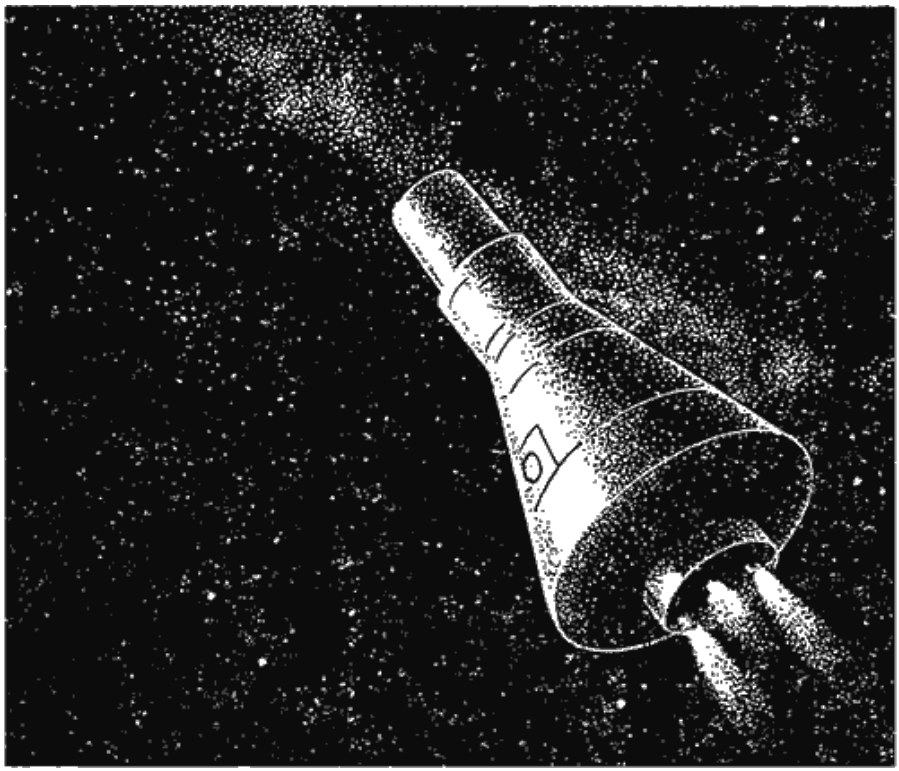
Морские ракообразные и рыбы обладают гораздо более совершенными системами люминесценции. У большей части из этих систем имеется зеркальная задняя стенка, многие снабжены прозрачными линзами. Некоторые системы напоминали бы шахтерскую лампочку, освещающую предметы в поле зрения, если бы не то, что люминесцентные органы возле глаз животных обычно либо слишком слабы, либо излучают свет в тех направлениях, в которых глаз уже не может видеть. У некоторых ракообразных, напоминающих креветок, люминесцентные органы расположены на глазах-стебельках таким образом, что любое движение стебелька и глаза сопровождается изменениями в направлении света. Известно, однако, что никто из этих животных не использует свои люминесцентные органы как прожекторы, для того чтобы найти жертву или рассмотреть ее перед нападением.

При исследовании глубоководных животных ученые с удивлением обнаружили, что у некоторых рыб люминесцентные органы светят им, по-видимому, прямо в глаз. Выиграет ли зрение от тусклого света фитилька, подобного тому, который применяют в устройствах, сжигающих газ? Многие органы чувств реагируют на стимулы, каждый из которых не адекватен, если они накладываются один на другой в короткий промежуток времени. Подобно тому как огромные льдины подчас формируются из накапливающихся из года в год остатков нерастаявшего снега, нервная система может накапливать подпороговые сигналы, из которых возникает ощущение. Если глубоководное животное посылает почти незаметный свет в собственные глаза, когда мимо него проплывает какое-то слабо светящееся существо, которое может стать добычей, то этот свет скорее всего поможет животному раздобыть пищу.

Несмотря на миллиарды светлячков, пойманных детьми, и светлячков, истертых в порошок химиками, которые пытались побольше узнать о соединениях, рождающих свет, тайна животной люминесценции, маня и поддразнивая нас, остается неуловимой, как блуждающий огонек. Хочется сделать вывод, что

немногочисленные животные, которые используют люминесцентные органы для поисков себе пары или для общения друг с другом, представляют исключение, а во всех других случаях люминесценция играет такую же малую роль для животных, как и для бактерий или грибковых растений. Тем не менее мы продолжаем исследовать новые факты, связанные с люминесценцией, и искать нечто такое, что даст нам удовлетворительное объяснение видимого нами света.

Глава 21
Выживание



По-видимому, ни человек, ни животное не используют полностью всех своих возможностей, чтобы добиться преимуществ перед соперниками. В частности, это утверждение справедливо в том, что касается области применения чувств. Каждый вид животных реагирует лишь на малую часть той богатейшей информации, которая достигает его нервной системы, и не обращает внимания на множество других изменений окружающей среды.

Нередко мы замечаем подобное самоограничение у известных нам животных, но не видим его в собственном поведении. Как по-разному мы смотрим на открывающийся перед нашими глазами мир! Так, глядя на участок холмистой земли где-нибудь в Пенсильвании, фермер видит гектары, занятые определенными сельскохозяйственными культурами, и судит о том, как они растут. Натуралист думает о растениях и животных, населяющих

эти места, и изменчивых взаимосвязях, которые существуют между этими двумя царствами. Художник восхищается пастельными тонами, которыми так богат этот пейзаж: от различных оттенков земля на переднем плане до цвета неба. Геолог, рассматривая землю со своей точки зрения, обнаруживает признаки эрозии почвы, по которым он воссоздает в своем воображении прошлое этого края и может предсказать его природное будущее. И наконец, строитель оценивает рельеф местности, раздумывая о том, как армия машин сможет возвести новые дома на подходящем для коммуникаций расстоянии от ближайшего города.

Так где же искать общий знаменатель всех реакций человека на одно и то же раздражение зрительного чувства? Как мог утверждать Ницше, что «от чувств исходит все, внушающее доверие, — вся чистота совести и все доказательства правды»? Должны ли мы сделать вывод, что доверчивость, совесть и правда имеют столько форм, сколько людей на Земле? Не существует и не может существовать единого представления о нашей Вселенной, одинаково убедительного для всего человечества, ибо каждый из нас живет в своем собственном мире. Всякое сенсорное впечатление мы оцениваем очень специфически, индивидуально, на основе *своего* жизненного опыта. Нам не найти и двух людей, которые имели бы одинаковый жизненный опыт, даже если они воспитаны в одной семье. Никогда два человека — если только они не однояйцовые близнецы — не будут совершенно одинаково воспринимать мир. Мы редко отдаем себе отчет в том, насколько эти индивидуальные различия ограничивают наш кругозор.

Еще с большими расхождениями мы сталкиваемся при оценке сенсорного мира животных. Мы можем обмануться и ощутить чувство, близкое нам, при виде курицы, спешащей вызволить из клетки с тонкими матерчатыми стенками невидимого цыпленка, чей писк она слышит. Мы приписываем ей человеческие чувства, и наша ошибка становится очевидной, когда та же курица перестает обращать внимание на цыпленка, который на сей раз помещен в стеклянную клетку со звуконепроницаемыми стенками. Цыпленок может видеть курицу, да и она его видит, так как попытается проникнуть сквозь стекло, стоит только под ноги цыпленка насыпать зерна. Но в этом случае курица реагирует исключительно на пищу — на что-то такое, что возбуждает ее зрительные центры. Слух же является единственной дорогой к родительскому инстинкту, который заставляет курицу защищать своего цыпленка.

Иногда нам трудно принять простую систему связи такой, как она есть. Мы абсолютно уверены, что должны существовать еще

какие-то тонкости, о которых нам пока ничего не известно. При этом мы часто забываем, насколько необычна обстановка, в которую помещают животное во время опытов, и как мало мы знаем о таких ограничениях, которые имели бы для него значение в условиях свободного поведения.

А бывает и так, что мы принимаем как должное сложное поведение животных в диких условиях, не задумываясь над тем, как оно управляется. Какая птица, к примеру, руководит полетом стаи голубей? Как эти летуны добиваются слаженности в своем трехмерном балете? Их устремленность вперед ничем не напоминает беспорядочного кружения опадающих осенних листьев. Голуби тщательно избегают столкновений, даже когда некоторые участники полета, как бы игнорируя остальных, занимаются воздушной акробатикой; с радостной непринужденностью упиваясь своей свободой, они кувыркаются и делают сальто. Но радость ли это? Можно ли создать породу животных, обладающих чувством свободы? Голубеводы, которые вывели породу кувыркающихся голубей, не берут на себя смелость делать такие заявления. Быть может, эти голуби кувыркаются из-за каких-то дефектов в координации их полета, которые периодически дают о себе знать?

В обычных условиях каждое дикое животное обладает определенным набором реакций на сенсорные сигналы, которые адекватны обычно возникающим потребностям. Часто животные умудряются найти выход из критических положений так, словно понимают в чем дело. Однако их чувства настроены на столь простые сигналы внешнего мира, что любые резкие изменения, которые мы внесли в него, вызовут у животных только неправильные реакции.

Несмотря на подобные ограничения, сенсорный мир каждого вида животного должен способствовать его выживанию. Нервная система животного как-то комбинирует неосознанные ощущения от всех внутренних процессов в организме и изменяет реакции на внешние раздражения в зависимости от состояния внутренних побуждений. Внутри большого мозга, такого, как наш, например, память о прошлом опыте включается в нервные цепи и точнее регулирует совершаемые нами действия.

Конечно, размер мозга — это не самый главный критерий. У летучей мыши, которая совершает ежегодные перелеты между Ньюфаундлендом и Джорджией, не полагаясь при этом, насколько нам известно, на зрительные ориентиры, мозг едва ли больше резинки на кончике карандаша. Вся нервная система бабочки данаиды весит столько же, сколько просяное зернышко. Управляющие центры фруктовой мухи вряд ли равны по величине

точке в конце этого предложения. Однако все эти животные способны производить сложные действия. Они эволюционировали в течение такого же длительного периода, как и человек, и выжили с таким же успехом, как и мы. К тому же их способность к адаптации, по-видимому, безгранична. Каждый раз, когда человек совершенствует мышеловку, выжившая мышь производит на свет еще более приспособленное к жизни потомство.

Нам приятно думать, что человек выжил из-за сознательного восприятия мира и из-за стремления изменить свое непосредственное окружение. Одежда, которую мы носим, дома, в которых живем, холмы, которые выравниваем, — все это примеры управления окружающим миром. Сегодня мы гордимся тем, насколько различные приспособления и машины освобождают нас от будничных дел — начиная от производства различных предметов потребления и до наблюдения за спящими детьми. Все чаще и чаще отводим мы человеку роль изобретателя более эффективных путей использования машин или спасителя, когда возникают критические ситуации. Мы настолько стараемся предусмотреть все до последней мелочи, что такие ситуации становятся редкостью.

Благодаря приложению научных принципов к технологическим проблемам наш образ жизни меняется так быстро, что многие выдающиеся мыслители мира приходят в замешательство, когда замечают, к чему приводят эти изменения. Сэр Чарльз Сноу утверждает, что сейчас происходит научная революция, которую можно поставить в один ряд с промышленной революцией, начавшейся два столетия назад. Доктора Рене Дюбо из Рокфеллеровского института медицинских исследований интересует, не являются ли некоторые заболевания, встречающиеся сейчас в цивилизованных странах, характерными именно для века реактивной техники. Не могли ли они возникнуть из-за того, что сейчас утрачена регулярность во всем — во времени, свете, температуре и географическом положении — из-за того окружения, в котором развивается человек? Поворотом выключателя мы превращаем ночь в день или это за нас делает автоматический механизм. Если мы живем в каком-то одном месте, то поддерживаем температуру и влажность внутри помещения на постоянном уровне, чтобы обеспечить весеннюю погоду в течение всего года. Путешествуя на борту реактивного самолета, летящего на запад или восток, мы можем за несколько часов без труда ускорить или замедлить ход времени на половину суток. Наше географическое положение меняется с такой быстротой, что мы не успеваем приспособиться к одному окружению, как уже оказываемся в совершенно другом.

Впервые в истории путешественники какое-то время испытывают состояние полной невесомости, когда сила тяготения сводится к нулю. Люди и научные приборы вышли за пределы земной атмосферы, прорвались сквозь воздушное покрывало, которое защищает нас от всех видов приходящей из Вселенной радиации и пропускает только световые, радио- и космические лучи, для которых оно не является преградой. С помощью гигантских радиотелескопов человек установил, где находятся невидимые источники электрических сигналов, приходящих к нам из космоса. На Южном полюсе проводили наблюдения за хомячками и другими мелкими животными, которых поместили на плавно вращающуюся круговую платформу. Вращение Земли для них совершенно прекратилось; этих животных поворачивали против часовой стрелки точно с такой же скоростью, с какой вращалась в противоположном направлении Земля. При этом Солнце для них остановилось, чему мог бы позавидовать сам Иисус Навин.

Мы заменяем свое прежнее окружение на совершенно новое, и выживем мы или нет — зависит теперь от точной работы машин. У нас есть такие машины, которые производят другие машины, и счетные устройства, конструирующие новые машины. Если мы принимаем решения, полагаясь на счетные машины и другие приспособления, то кто же несет ответственность за ошибку? Или же человек сохранит за собой эту ответственность, потому что он дает распоряжения машине и должен чинить ее в случае поломки? Может быть, удастся создать такое устройство, которое будет само себя чинить. Насколько же сложной и многогранной должна быть машина, которая могла бы сравниться с человеком? Чтобы оказать помощь врачу или даже заменить его, уже предложили ставить диагнозы при помощи машины.

Прежде чем мы привыкнем к тому, что машина будет заменять человеческие чувства, мы должны быть уверены, что эти перемены приведут к лучшему. Уже сейчас многие люди слишком заняты собственными делами, чтобы обратить внимание на окружающие нас спокойные голоса. Мы не можем посадить человека на полку, чтобы он ничего не делал и не получал никаких раздражений до тех пор, пока не возникнет критическая ситуация, — конечно, не можем, если хотим, чтобы он оставался в здравом уме и не потерялся бы при этом. Добровольцы-испытуемые, решившие отдохнуть от тягот современной жизни, очень быстро обнаружили, что лишь в течение нескольких часов могут выдержать полную изоляцию от внешнего мира. Под руководством доктора Джона Рейдера Плэтта, профессора физики из Чикагского университета, этих людей поместили в особый

резервуар с теплой водой, на руки им надели перчатки, которые не давали возможности к чему-либо прикасаться, их уши слышали только низкий постоянный гул, а глаза были покрыты особым полупрозрачным материалом, пропускающим лишь равномерный тусклый свет. По первому требованию они получали пищу. Но при отсутствии какой бы то ни было стимуляции они не могли сосредоточиваться. Потребность человека в свежих ощущениях является такой же необходимостью, как и потребность в воздухе, воде, пище и безопасности. Хотя мы еще не проникли в волшебный механизм разума, сегодня нам абсолютно ясно, что сам по себе человек существует, лишь поскольку органы чувств связывают его с привычным окружением.

По этой причине исследователи космических полетов очень обеспокоены тем, какую работу будут выполнять в пути космонавты. Во время семидневного воображаемого полета на Луну и обратно летчика с Рандольфской авиационной базы в Техасе попросили приспособить свою деятельность к четырнадцатичасовому циклу: четыре с половиной часа на сон, полчаса на завтрак и туалет, четыре часа для работы, полчаса на ленч, еще четыре часа работы и полчаса на ужин, перед тем как заснуть. В этой программе можно заметить известную перемену — нарастание темпа современной жизни. Более двадцати лет назад в Мамонтовой пещере (Кентукки) доктор Натаниель Клейтман и его студент сделали попытку адаптироваться к искусственному дню. Но вместо того чтобы принять укороченный день, они предпочли цикл в двадцать восемь часов. Через семь дней температура тела студента поднималась и падала по новому расписанию, вместо обычного, составленного по солнечным часам. Однако доктор Клейтман обнаружил, что после сорока трех лет жизни по двадцатичетырехчасовому расписанию становится очень трудно менять свои привычки.

Вероятно, нас должен ободрить тот факт, что первый американец, оказавшийся в космосе, выполнял во время полета полезную работу. Поскольку он летал в ракете, управляемой автоматически, работа была для него не бесполезным, а очень важным занятием, необходимым для того, чтобы выжить. Его внимание не было сосредоточено лишь на приборной доске и вспышках света внутри кабины. Как только корабль вышел за пределы атмосферы, космонавт выдвинул перископ и воскликнул при виде удаляющейся Земли: «Какое прекрасное зрелище!» За время короткого путешествия, когда ни вкусовые, ни обонятельные центры не получали никаких раздражений, даже у такого тренированного командира, как Алан Б. Шепард младший,

возникла эмоциональная реакция — чувство восхищения.

Для того чтобы впервые выполнить задание, подобное этому, связанное с большим риском, мы отбираем людей с самыми лучшими головами и наиболее подходящими телами. Сохранение их жизни и успех предприятия зависят от гения конструктора и четких координированных действий самого космонавта. Но что такое гений? Джон Раскин определил его как «наивысшую силу видения». Вильям Джеймс рассматривает гениальность как необычайную способность воспринимать аналогии, как исключительную чувствительность к установлению сходства между явлениями, которая позволяет человеку в новых ситуациях использовать интуицию. Гениальность дает человеку возможность так быстро сориентироваться при неожиданных изменениях, как только чувства сообщат ему о них.

Человек в процессе эволюции прогрессировал скорее в культурном отношении, чем в физическом. Совершенно очевидно, что мы живем дольше наших предков. Мы стали выше ростом, ноги у нас стали длиннее и появилась тенденция к потере зубов мудрости, и все это — следствие изменений в окружающем нас мире и привычках, например в нашем питании. Но если в цивилизованном обществе мы будем пользоваться органами чувств все меньше и меньше, не атрофируются ли они, подобно зубам мудрости? Мы так и не разрешили загадку: то ли слепые пещерные животные утратили зрение в связи с тем, что в течение многих поколений не пользовались им в темноте, или эти животные являются потомками тех слепых существ, которые случайно забрели в пещеры и уцелели только из-за полнейшей темноты. Не превращаем ли мы жизнь в цепь приключений? Приключения — это та область, где необходимы чувства. Наши дикие предки повседневно и ежечасно зависели от своих чувств.

Сегодня, как никогда раньше, мы ощущаем границы наших чувств, хотя у нас и нет оснований полагать, что они сузились за последние столетия. Мы слышим пронзительный крик пантеры, но не улавливаем эхо-сигналов в виде стаккато от «чириканья» охотящейся летучей мыши. Мы восхищаемся красной розой, но не можем воспринять ультрафиолетовых отражений, которые одни только могут привлечь внимание пчелы, не различающей красного цвета. Наша кожа ничего не рассказывает нам о тонкой чувствительной системе миноги, воспринимающей электричество, хотя мы и реагируем на сильные разряды скатов и рыб, способные оглушить их добычу — маленькие существа. Мы можем ощутить жаркое излучение горящей печки, но не те слабые лучи, которые помогают змее находить в темноте свою жертву.

Возможно, на какое-то мгновение мы и почувствуем себя

обделенными, когда обнаружим, что сенсорные способности других животных превышают наши собственные. Но мы снова обретем уверенность, осознав, что ни одно животное не превосходит нас в богатстве своего сенсорного мира. Ни одно живое существо, кроме человека, не додумалось до того, чтобы использовать чувственный опыт других существ, как это делаем мы. Наша любознательность и желание управлять окружающим миром на благо человека привели к изобретению приборов, с помощью которых мы проводим исследования по многим новым направлениям. Сегодня человечество живет в новой среде. Расширяя границы наших чувств, мы тем самым раздвинем пределы нашей собственной жизни.

По-видимому, остается одно ограничение, которое мы не можем полностью преодолеть. Его определил великий английский нейрофизиолог сэр Чарльз Шеррингтон. Он указал, что организм человека связан генетически со всеми его предками, жившими на протяжении всего необъятного геологического времени, тогда как мозг человека должен начинать с самого начала, и каждый индивидуум заново учится осмысливать окружающий мир. Тело может совершенствоваться, в то время как разум будет лучше осознавать окружающий мир в каждом следующем поколении лишь постольку, поскольку он сумеет извлечь пользу из сенсорного опыта своих предшественников и современников. Наша цивилизация служит для того, чтобы передавать наследие разума каждому зрелому уму.

Людей можно различать по тому, насколько они готовы извлекать пользу из опыта других, причем изобразить это можно в виде определенной шкалы, начав с личностей, которые утверждают, что могут полагаться только на свои чувства, кончая учеными, предпочитающими скорее процитировать опубликованные высказывания, нежели поверить собственным глазам и ушам. Торо был склонен впадать в одну крайность, а Плиний, римский энциклопедист, — в другую. Разве не страстно желают заядлые националисты начать все с самого начала, ставя на карту свою жизнь и пытаясь игнорировать опыт, накопленный прошлыми поколениями? И разве для истинного консерватора мир прадедов не достаточно хорош? Неужели нельзя назвать отсталым человека, который жаждет повторения истории, если в поисках новых путей к прогрессу он полагается только на человеческий опыт? В структурной организации тела и образе жизни животных, вместе с которыми мы сосуществуем на нашей планете, имеются бесчисленные особенности, которые могли бы стимулировать развитие науки и дали бы возможность разуму сделать скачок вперед, тем самым улучшив наши собственные

шансы на выживание.

Те пока еще немногочисленные случаи, когда люди, присмотревшись к своим друзьям-животным, позаимствовали у них тот или иной принцип устройства, являются многообещающими. Человек улучшил конструкцию кораблей и подводных лодок, изучив особенности рыб, плавающих в реках против сильного течения. Человек конструирует самолеты из металла, и тем не менее многие принципиальные вопросы воздухоплавания он решил, изучив полеты птиц, состоящих из живой плоти. В каждом случае человек придумывал замены, которые соответствовали его личным нуждам, соотнося свои изобретения с естественными законами, открытыми при изучении жизнедеятельности животных. Он понял, что животные опередили его, решив проблему быстрого передвижения в воздушном и водном просторах. Человек может использовать много дополнительных деталей, лежащих в основе других способностей животных. Использование опыта животных нигде не кажется столь многообещающим, как в области обогащения сенсорного мира человека. Гораздо лучше быть наблюдательным учеником, следящим за тем, как выживают животные, чем разрабатывать каждую проблему сепаратным путем.

По-видимому, близок огромный скачок вперед и в области связи. Мы уже научились интерпретировать танцы пчел, читать сигналы, которые одна пчела передает другой, через окошечко с красным стеклом, вставленным в стенку улья. Мы знаем также, что в языке пчел имеются свои диалекты, как и народные танцы, и что они могут ввести в заблуждение, если пчела-путешественница из Южной Италии попытается сообщить пчеле-домоседке из Северной Германии, где находится пища. Подобное же «местничество» можно наблюдать в Америке; так, древесная лягушка из Манитобы не выдержит состязания с местным вокалистом того же вида, обитающим в болотах Джорджии, который привлекает внимание лягушки-самки. И птичьи сигналы, записанные в одном месте, не имеют информационного значения для птиц того же вида в других частях страны.

Связь между отдельными видами живых существ, которая долго была привилегией охотников, теперь включает в себя и эксперименты по обмену сигналами между человеком и пчелой. Возможно, скоро мы преуспеем и в общении с дельфинами, так как у этих плавающих млекопитающих, как было установлено, мозг, голосовой аппарат и слух могут соперничать с человеческими. В океанариумах они с готовностью общаются друг с другом и с человеком. Подводные сигналы дельфинов, как ничто другое, дают нам заманчивую возможность расшифровать

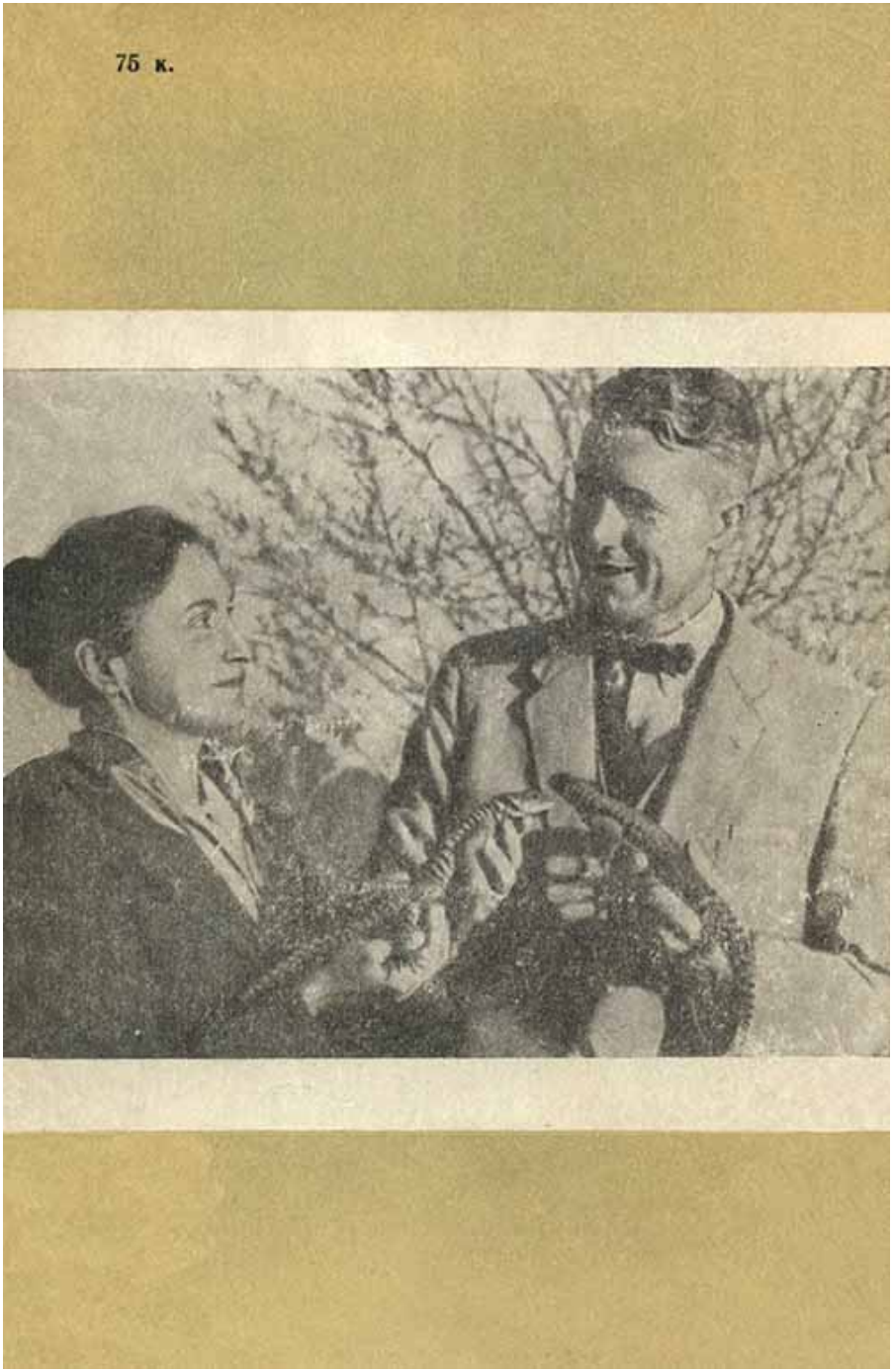
«речь» животных, совсем не похожую на нашу. Обнаруживая общие черты в функционировании мозга дельфинов и человека, мы могли бы изучить механизм таких неуловимых качеств, как память, обучение и интеллект.

Каждый новый шаг в исследовании нервных механизмов животных скорее всего приведет к расширению границ сенсорного мира самого человека. Эти достижения, поистине открывая новые горизонты, вселяют в нас уверенность, что жизнь по-прежнему безгранична и чрезвычайно разнообразна. Полагаясь на то, что досталось нам в наследство — на уникальную кору головного мозга и относительно неспециализированное тело, — мы можем извлечь пользу из личного опыта с самого нашего рождения, а также из знаний, накопленных цивилизацией, и, кроме того, из сенсорного богатства других живых существ. Расширяя наши каналы чувственного восприятия, мы извлекаем пользу из этих преимуществ, тем самым укрепляя свою веру в будущее.

Оглавление

Предисловие … 5
Чувство восхищения … 9
Глава 1. «Пять чувств» и еще несколько … 13
Глава 2. Направляющие прикосновения … 23
Глава 3. Язык вибраций … 35
Глава 4. О чем рассказывают нам уши? … 47
Глава 5. Шумный мир, окружающий аквалангиста … 61
Глава 6. Звуки времен года … 70
Глава 7. Значение эха … 86
Глава 8. Горячо или холодно? … 104
Глава 9. Шоковая информация … 122
Глава 10. Важность запахов … 135
Глава 11. Пределы вкуса … 153
Глава 12. Тайна жажды … 167
Глава 13. Таинственные неясные чувства … 175
Глава 14. Который час? … 194
Глава 15. Привычные движения … 205
Глава 16. Где верх, где низ? … 214
Глава 17. Куда повернуть? … 228
Глава 18. Зрение днем … 244
Глава 19. Ночное зрение … 264
Глава 20. Животные с фонариками … 279

Глава 21. Выживание … 292



notes

Примечания

1

Этология — часть нейрофизиологии, изучающая по преимуществу врожденные (инстинктивные) формы поведения животных.

2

«to be under the weather» — «быть в плохом настроении», буквально — «быть под погодой». — *Прим. перев.*

3

Чувствующие (вкусовые) клетки «усов» рыб пригодны не только для осязания, но и для распознавания различных химических веществ. — *Прим. ред.*

4

В данном случае речь может идти о передаче звуковых колебаний тканями и жидкостями тела органу слуха (внутреннему уху). Такая передача существует у рыб и некоторых других животных. — *Прим. ред.*

5

Новая Англия — область, находящаяся на северо-востоке США, в которую входит шесть штатов. — *Прим. перев.*

6

«Милые лорито, поешьте мазы, маза вкусная. Лорито, лорито!» (*исп.*).

7

Пой — гавайское блюдо. — *Прим. перев.*

8

Большой зеленый кузнечик (*англ.*).

9

Саранча, сверчок (*франц.*).

20 ярдов равны 18 метрам. — *Прим. перев.*

11

«Навигация и определение расстояния с помощью звука». — *Прим. перев.*

12

В действительности распространение эпидемий чумы — процесс куда более сложный. — *Прим. ред.*

13

Дайм — десятицентовая монета в США. — *Прим. перев.*

14

Кабарга довольно часто встречается в горах Восточной Сибири. — *Прим. ред.*

15

Это не соответствует действительности. У некоторых птиц обоняние играет важную роль. — *Прим. ред.*

16

Кэрри — приправа из куркумового корня, чеснока и разных пряностей. — *Прим. перев.*

17

Текила — испанская водка. — *Прим. перев.*

18

Имеется в виду английская пословица «You can take a horse to the water but you cannot make him drink» (дословно: «Вы можете привести лошадь к воде, но не можете заставить ее пить»). — *Прим. перев.*

19

Цитата из I акта трагедии В. Шекспира «Макбет». — *Прим. перев.*

«Медоуказчиками» (*англ.*)

21

«Spirit» (*англ.*) — дух, храбрость, воодушевление, бодрость.

22

Центрами авторы обычно называют рецепторы. — *Прим. перев.*

23

Музыкальный инструмент, напоминающий ксилофон, но сделанный из дерева. — *Прим. перев.*

Хоминг — инстинкт дома. — *Прим. ред.*

25

От английского глагола «to lead» — вести, направлять. — *Прим. перев.*

26

Согласно представлениям самого фон Фриша и ряда других исследователей, круговой танец пчел не содержит информации о направлении. (См., например, *К. Фриш*, Пчелы, их зрение, обоняние, вкус и язык, ИЛ, М., 1955, стр. 60; *его же*, Из жизни пчел, М., 1965; *И. Халифман*, Пчелы, М, 1963, стр. 197.) — *Прим. перев.*

27

Популяция — группа животных одного вида, занимающих определенную территорию. — *Прим. перев.*

28

Торо Генри Давид (1817–1862) — американский писатель, публицист, философ. Жил в лесном уединении, был ярым противником цивилизации. — *Прим. ред.*

29

Lazy Susan — дословно «Ленивая Сюзанна». Так в Америке называют вращающийся поднос для приправ, соусов и т. п. — *Прим. перев.*

Некоторые амфибии способны различать цвета. — *Прим. ред.*

31

«Чтобы заметить очень слабо освещенный предмет, не нужно на него смотреть». (*франц.*)

32

Авторы имеют в виду лемуров, но называют их «monkey-like bush baby» — обезьяноподобными кустарниковыми младенцами. — *Прим. перев.*

33

Люминесценция живых организмов является результатом воздействия фермента мегрефераза на белок люциферин, в превращении которого, сопровождающемся выделением света, принимает участие богатое энергией соединение аденозинтрифосфат, или АТФ. — *Прим. ред.*